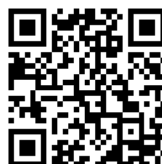
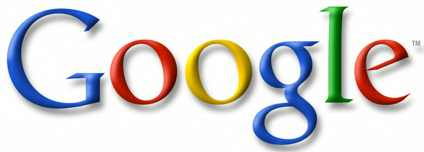








DIE ENTSTEHUNG DER FÄRBUNG DER VOGELEIER.

DER PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT
ZU GIESSEN
ALS DISSERTATION VORGELEGT

VON

HEINRICH WICKMANN.

MÜNSTER.
BUCHDRUCKEREI VON LOUIS ESPAGNE.
1893.

Inhalt.



I.

Einleitung.

Die folgende Abhandlung entspricht einem kleinen Theile eines bereits bearbeiteten Materials auf dem Gebiete der Bildung der Eihüllen der Wirbelthiere, vornehmlich der Vögel und Reptilien, dessen Veröffentlichung sich durch allerlei Umstände bisher verzögert hat.

Ganz kurz finden sich die hier ausführlich besprochenen Untersuchungsresultate bereits in dem Referate über einen auf der im Juni 1889 in Münster tagenden XIV. Jahresversammlung der „Allgemeinen Deutschen Ornithologischen Gesellschaft“ gehaltenen Vortrag angegeben, in welchem ich die wichtigsten Ergebnisse meiner bisherigen Untersuchungen über die Struktur und Bildung der Vogeleischale in gedrängter Uebersicht zusammenstellte. (Journal f. Ornithologie, Jahrg. 1889 p. 225—230.)

Die Beantwortung der Frage nach der Entstehung der Färbung der Vogeleier gehört ohne Zweifel zu den interessantesten, aber auch zu den schwierigsten Bearbeitungen. Niemals bin ich bei meinen sonstigen histologischen und physiologischen Untersuchungen auch nur annähernd auf solche Hindernisse gestossen, wie hier; die Beschaffung des erforderlichen Untersuchungsmaterials ist mit fast unüberwindlichen Schwierigkeiten verknüpft. Kein Wunder daher, dass die Entstehung der Färbung bisher noch völlig unbekannt war.

Die Bearbeitung der Färbung der Vogeleischale lässt sich in zwei Theile trennen:

1) Wo und Wie kommt die mannigfaltige Färbung überhaupt zu Stande?

2) Welche Eigenschaften und welche Zusammensetzung besitzen die einzelnen Farbstoffe?

Die Beantwortung der ersten Frage ist zoologisch-physiologischer, die der zweiten chemisch-physikalischer Natur.

Ich werde mich heute ausschliesslich mit der ersten Frage befassen. Die Beantwortung der zweiten wird stückweise in kleineren

Aufsätzen, je nach der Erlangung des erforderlichen frischen Untersuchungsmaterials früher oder später, erfolgen.

Da nun aber meine Abhandlungen nicht allein für Diejenigen bestimmt sind, denen die feinere Struktur und die Bildungsweise der Schale des Vogeleies genügend bekannt sind, sondern auch weitere Kreise interessiren dürften, so soll hier in ganz kurzer Uebersicht Einiges über die mikroskopische Anatomie der Eischale, sowie über den Ort und die Art und Weise der Bildung derselben vorausgeschickt werden.

II.

Mikroskopische Anatomie der Vogeleischale.

Die Schale des Vogeleies besteht aus drei wesentlich von einander verschiedenen Eihüllen: der Schalenhaut, der Kalkschale und dem Oberhäutchen. Letzteres kommt jedoch nicht bei allen Eischalen vor oder lässt sich wenigstens bei den Eiern mancher Vögel nicht als solches isoliren.

In natürlichem Zustande sind die Begrenzungen dieser drei Hüllen nicht scharf von einander zu unterscheiden; sie gehen ineinander über, da sowohl die äusserste Schicht der Schalenhaut, als auch das Oberhäutchen mehr oder weniger von Kalksalzen imprägnirt sind. Dagegen lassen sich auf künstlichem Wege, durch Entkalkung der Eischale mittelst Säuren, ihre Uebergänge erkennen.

Aber selbst dann wird es nicht gelingen, die Schalenhaut scharf zu isoliren, denn es bleiben organische Reste, Eiweissmassen, welche vor der Entkalkung mit dem kohlensauren Kalke der Kalkschale zu Kalkalbuminaten verbunden waren, in Gestalt kleiner Zotten an der äussersten Faserschicht der Schalenhaut haften.

Tingirt man dann die Schalenhaut mit irgend einem Farbstoffe, so färben sich diese haftengebliebenen Zöttchen, weil sie chemisch aus einem anderen Stoffe bestehen, als die Fasern der Schalenhaut, intensiver und sind so wiederholt irrthümlich für organisirte Elemente (Drüsen oder Zellen) gehalten worden.

Am schönsten erkennt man diese „Zottenschicht“ an der entkalkten Eischale vom Schwan (Cygnus olor). Hier sind die Zotten so gross, dass sie mit freiem Auge gesehen und sogar mit den Fingern gefühlt werden können. Ueberhaupt eignet sich das

Schwanenei am besten zur Erkennung der anatomischen Verhältnisse der Eischale.

Legt man ein Stückchen dieser Schale in verdünnte Salzsäure, so löst sich zuerst das Oberhäutchen los.

Nach einiger Zeit hat die Säure auch an der unteren Fläche so weit eingewirkt, dass sich die Schalenhaut abtrennt. Wäscht man nun diese in ammoniakalischem Wasser aus und legt sie darauf in eine Carminlösung, so färben sich die Zotten sehr intensiv, wohingegen die Schalenhaut selbst nur wenig Farbstoff festhält. Auf diese Weise wird man dann die Zottenschicht als einen dunkelrothen, sammetartigen Ueberzug auf der nur rosa gefärbten Unterlage sehr hübsch erkennen können. Auch lassen sich mit der Präparirnadel die einzelnen Zöttchen leicht isoliren. Zwischen den Fingern fühlt sich die Zottenschicht im Gegensatze zu der glatten Unterfläche der Schalenhaut sammetartig an.

Nach Einbettung eines Stückchens gefärbter Schalenhaut in Paraffin lassen sich feine Querschnitte herstellen, auf denen sich schon bei mässiger Vergrösserung unter dem Mikroskope die Zöttchen in ihrer ganzen Länge präsentiren.

Nachdem sich nun durch die Einwirkung der Säure an der Oberfläche der Eischale das Oberhäutchen und an der Unterfläche die Schalenhaut mit der Zottenschicht abgelöst hat, bleibt noch der mittlere Theil der Schale zurück. Lässt man diesen noch einige Zeit in der Säure liegen, so lösen sich schliesslich auch die letzten Reste kohlensauren Kalkes, und es bleibt nur noch eine schwammige Masse übrig, an der man keine Struktur mehr erkennen kann. Doch sind, wie sich schon von vornherein vermuthen lässt, die Kalkalbuminate auch in diesem Theile der Eischale vor der Säurebehandlung in besonderen Strukturen abgelagert. Zu ihrer Erkennung sind aber unbedingt Dünnschliffe erforderlich, welche quer durch die Eischale so hergestellt werden, wie man sie bei Knochen und Mineralien anzufertigen pflegt.

Hier sehen wir nun nicht allein die frühere Struktur des eben erwähnten schwammigen Rückstandes; wir erhalten auch ein etwas anderes Bild von den übrigen Schichten der Schale. Die Zottenschicht, welche wir auf künstlichem Wege durch Entkalkung erzeugten, sehen wir nicht mehr, woraus hervorgeht, dass sie in natürlichem Zustande wohl in einer anderen Schicht enthalten sein muss. An Stelle der Zotten treten ganz eigenthümliche kegelförmige Gebilde, von Nathusius sehr treffend „Mammillen“ genannt, auf,

welche mit ihrem spitzen Ende der obersten Schicht der Schalenhaut inserirt sind und mit ihren stumpfen Enden allmählich mit einander verschmelzen.

Die Folge dieser Mammillenstruktur ist nun, dass man in der Kalkschale zwei Schichten unterscheiden kann, nämlich eine „Mammillenschicht“, so lange die Mammillen sich noch nicht mit ihren breiten Enden vereinigt haben, und eine „zusammenhängende Kalkschicht“, welche durch Verschmelzung der Mammillen entsteht und nicht mehr von den zusammenhängenden Lückenräumen der Mammillenschicht, sondern nur noch von feinen Porenkanälen durchbrochen ist.

Oben sehen wir in den Dünnschliffen wieder das Oberhäutchen und unten die Schalenhaut.

Vereinigen wir die Resultate der beiden verschiedenen Untersuchungsmethoden, der Säurebehandlung und der Anfertigung von Dünnschliffen, so gestaltet sich der anatomische Aufbau der Vogeleischale folgendermassen:

1) Die Schalenhaut, eine weisse, undurchsichtige, in frischem Zustande zähe und elastische Membran, besteht in ihrer innersten Begrenzung gegen das Eiweiss hin aus einem äusserst dünnen, homogenen, einschichtigen Häutchen. Darauf folgt eine Anzahl übereinanderliegender, fest zusammenhängender, durch Lufteinschluss weiss erscheinender Faserschichten, deren dichtverfilzte, glashelle, solide, organische Fasern elastischen Fasern nicht unähnlich sind. Mit ihrer äussersten dünnen Lage ist die Schalenhaut durch Imprägnation von Kalksalzen mit der Kalkschale fest verbunden.

2) Weiterhin folgt in der aus Kalkalbuminaten bestehenden Kalkschale die Mammillenschicht, welche mit der Zottenschicht insofern zusammenfällt, als die Zotten das organische Gerüst der Mammillen sind. Zwischen den Mammillen sind grosse zusammenhängende Lückenräume vorhanden.

3) Durch Verschmelzung der nach oben sich allmählich erbreiternden Mammillen ist eine zusammenhängende Kalkschicht entstanden, welche von feinen Porenkanälen durchbrochen ist, die mit den Lückenräumen der Mammillenschicht in Verbindung stehen.

4) Schliesslich bildet in den meisten Fällen eine organische, von Poren durchlöcherte, dünne Membran, ohne Faserstruktur, das sogenannte Oberhäutchen, dessen untere Fläche der Kalkschale durch Verkalkung fest anhaftet, die äusserste Begrenzungsschicht der Eischale.

III.

Einiges über den Ort und die Art und Weise der Bildung der Vogeleischale.

Der eibildende Apparat des Vogels besteht aus zwei Organen, dem Eierstocke und dem Eileiter. Beide sind beim Vogel im Gegensatz zu allen übrigen Wirbelthieren nur in der Einheit und zwar nur auf der linken Seite vorhanden, indem die rechtseitigen verkümmert sind.

Der enormen Menge des Nahrungsdotters entsprechend sind die einzelnen ausgewachsenen Follikel sehr gross und schon in jungem Entwickelungsstadium so weit aus dem Eierstocke hervorgetreten, dass sie nur noch durch ein Stielchen mit ihm im Zusammenhang stehen.

Zur Zeit der Reife platzt der Follikel, und die Eizelle, welche wir beim Vogel gewöhnlich als Dotter zu bezeichnen pflegen, wird an der Rissstelle ausgestossen, während die Wandungen des Follikels als sogenannter Follikelkelch (Calyx) am Eierstocke zurückbleiben.

Das zweite Organ, der Eileiter, ist ein langes, darmähnliches Rohr. Es besteht aus zwei in ihren Funktionen wesentlich von einander abweichenden Hauptabschnitten, an welchen man wieder Unterabschnitte unterscheiden kann.

Der obere, etwa zwei Drittel des Ganzen einnehmende Theil, Tuba und Ovidukt, ist nur zur Bildung der Chalazen und des Eiweisses, das untere Drittel nur zur Bildung der Schale vorhanden. Beide Hauptabschnitte sind durch eine schmale, faltenlose Einschnürung scharf von einander zu unterscheiden.

Der untere Abschnitt besteht aus drei Theilen, dem sogenannten Isthmus, dem Uterus und der Vagina. Im Isthmus bildet sich nur die Schalenhaut; im Uterus erhält das Ei die feste Kalkschale, Färbung und Oberhäutchen (wenn solches gebildet wird), somit seine völlige Ausbildung. Die Vagina betheiligt sich nicht mehr an der Schalenbildung.

Gleich nach dem Platzen des reifen Eierstocksfollikels begiebt sich der Dotter auf die Wanderung, nur bekleidet mit einer zarten Fasermembran, der Dotterhaut.

Er gelangt nun zuerst in die Tuba des Eileiters, wo er als Produkt des epithelialen Belages der inneren Wandungen eine weitere

Bekleidung, die Chalazenhaut, erhält, d. i. eine der Dotterhaut unmittelbar aufliegende, mehrschichtige Membran, ohne Faserstruktur, welche dann später durch zipfelige Aufrollung (entstanden durch die Drehung des Dotters, welche durche die in Schraubenlinien verlaufenden Schleimhautfalten des Ovidukts bewirkt wird) an den beiden Polen des Eies die Chalazen oder Hagelschnüre bildet.

Im folgenden Abschnitte des Eileiters, im Ovidukt, werden dem Dotter als Secret der zahlreichen Eiweissdrüsen mehrere Schichten dick- oder dünnflüssigen Eiweisses aufgelagert.

Mit diesen Umhüllungen an der ringförmigen Einschnürung des Eileiters angelangt, wo die Faltung der Schleimhaut auf ein Minimum zurückgegangen ist, tritt das Ei in das Stadium der Schalenbildung und erhält auf der Strecke bis zum Uterus, im sogenannten Isthmus, zunächst die Schalenhaut mit ihrem Substrate. Durch Loslösung, Auflösung und Zerfliessen einer Menge Epithelzellen bildet sich um das Ei zuerst als Begrenzung gegen das Eiweiss ein äusserst dünnes, einschichtiges, homogenes Häutchen, auf welches sich dann in mehreren dichtverfilzten Faserschichten die Schalenhaut lagert, deren einzelne Fasern dadurch aus den zerfliessenden Epithelzellen entstehen, dass diese durch die drehende Fortbewegung des Eies (die allmählich wieder stärker hervortretenden Schleimhautfalten entlang) zu langen Fäden ausgezogen werden.

Hierauf tritt das Ei in den Uterus, dessen zottige Wandungen besonders reich mit Drüsen besetzt sind, deren Oeffnungen und bestimmten Abstand von einander ich zuerst bei einem Hühnerhabicht und dann später auch bei anderen Vögeln nachgewiesen habe. Zerfallende Kalk führende Secretionszellen der Uterindrüsen liefern nun das Bildungsmaterial der Kalkschale und heften die Kalkalbuminate da an die äussere Fläche der Schalenhaut, wo sie von den Drüsenausführungsgängen getroffen wird.

Dadurch entstehen bei fortgesetzter Materialauflagerung kegelförmige Gebilde, die Nathusius'schen Mammillen, deren regelmässiger Abstand von einander am unteren spitzen Ende demjenigen der Drüsenöffnungen in den Uteruszotten entspricht.

Unter noch weiterer Anhäufung von Kalkalbuminaten bildet sich alsdann durch Verschmelzung der verlängerten und erbreiterten Mammillen derjenige Theil der Kalkschale, welcher nicht mehr von zusammenhängeden Lückenräumen, wie sie zwischen den Mammillen vorhanden sind, sondern nur noch von feinen Porenkanälen durchsetzt ist und daher als „zusammenhängende Kalkschicht“ bezeichnet werden kann.

Schliesslich bedeckt noch in vielen Fällen, als Produkt der Epithelzellen des Uterus, ein dünnes Oberhäutchen, ohne Faserstruktur, die äussere Fläche des nunmehr fertigen Eies.

Meine im Vorigen kurz ausgesprochene, auf eingehenden histologischen und physiologischen Untersuchungen basirende Ansicht über die Bildung der Vogeleischale weicht in wesentlichen Punkten von derjenigen der älteren und neueren Autoren völlig ab.

Auf diese alte Streitfrage, mit der sich bereits seit Decennien die namhaftesten Anatomen und Zoologen beschäftigt haben, kann hier nicht näher eingegangen werden. Ich werde aber in Kurzem meine Arbeiten darüber veröffentlichen. Eine kleine Besprechung derselben befindet sich in dem Referate über meinen Eingangs erwähnten Vortrag.

IV.

Allgemeines über die Färbung der Vogeleier.

Seit den vor fünfunddreissig Jahren veröffentlichten Untersuchungen Wicke's, auf die ich weiter unten näher eingehen werde, betrachtet man es in ornithologischen Kreisen noch fast allgemein als feststehend, dass sämmtliche in dem mannigfaltigsten Farbenspiel vorkommende Färbungen und Zeichnungen der Vogeleier auf nur zwei Farbentöne zurückzuführen sind, und zwar auf Grün und Braun, die zuweilen als Flecken und Punkte so stark aufgetragen sein können, dass sie schwarz erscheinen. Kein Ei kann also dreifarbig sein.

Die Eier der einen Vögel findet man rein weiss, farblos, die der anderen mehr oder weniger stark gefärbt. Bei den gefärbten Eiern unterscheidet man zwischen einer Grundfarbe und einer Fleckenfarbe.

Die mannigfaltigen Zeichnungen der Fleckenfarben sind meistens nur oberflächlich aufgetragen und gehen niemals sehr tief in die Kalkschale hinein; dagegen findet man von der Grundfarbe meistens auch die tiefer liegenden Schalenschichten durchsetzt. Jedoch dringt, mit nur einzelnen Ausnahmen (z. B. Crotophaga ani, Madenhacker) die Grundfärbung nicht bis zur Schalenhaut ein. Infolgedessen ist auch bei fast sämmtlichen gefärbten Eiern der den Farbstoffen zu

Grunde liegende Unterton von weisser Farbe, welche von dem Bildungsmaterial der Eischale, den Kalkalbuminaten, herrührt. Diese Kalkalbuminate beeinflussen auch in den oberen Schichten der Kalkschale insofern die Farben und Zeichnungen, als sie ihnen durch Beimischung einen abgedämpften Ton verleihen und etwas tiefer liegende Flecken durch Ueberdeckung verloschen erscheinen lassen.

In Betreff des Vorhandenseins einer Grund- oder Fleckenfarbe, sowie des gemeinschaftlichen Vorkommens beider unterscheidet man bei den Eiern verschiedene Gruppen. Ausser den rein weissen Eiern findet man zunächst solche, welche, ohne eine Grundfarbe zu besitzen, nur mit Flecken behaftet sind. So sind z. B. die Eier der Meisen (Parus) weiss mit rothbraunen Flecken. Hiervon unterscheidet man Eier, welche keine Flecken- sondern nur eine Grundfarbe besitzen. Solche Eier (z. B. das grüne der Hausente und das braune des Kochinchinahuhns) pflegt man „einfarbig ohne Zeichnung" zu nennen. Ferner giebt es Eier, welche sowohl eine Grundfarbe, als auch Flecken haben. Hierbei müssen wir unterscheiden zwischen „einfarbigen mit Zeichnung" und „zweifarbigen mit Zeichnung". Zu den ersteren zählt man z. B. das Kiebitzei (Vanellus cristatus) als braun grundirt mit braunen Flecken und das der Krähe (Corvus corone) als grün grundirt und grün gefleckt. Als Repräsentant der „zweifarbigen mit Zeichnung" mag das Ei der Schwarzdrossel (Turdus merula) genannt sein, welches auf blaugrünem Grunde mit braunrothen Fleckchen bedeckt ist.

Zu den Eiern, welche Grundfarbe und Fleckenfarbe besitzen, liesse sich auch noch als ganz besonderer Typus das der Nachtigall (Sylvia luscinia) hinzuzählen, welches zwar in ganz seltenen Fällen auf blaugrünem Grunde braun gefleckt ist, in der Regel jedoch gleichmässig olivenbraun gefärbt ist, indem die braune Fleckenfarbe so gleichmässig über das blaugrün grundirte Ei vertheilt ist, dass die Flecken als solche nicht mehr zu erkennen sind, und die blaugrüne Grundfarbe durch die gleichmässig überdeckende Fleckenfarbe sich nur noch durch den olivenfarbigen Stich der olivenbraunen Eifarbe zu erkennen giebt. Solche Eier könnte man als „zweifarbig ohne Zeichnung" ansehen.

Merkwürdiger Weise werden mitunter bei ein und derselben Art, namentlich bei Raubvögeln, in Bezug auf das Vorhandensein einer Fleckenfarbe ganz verschiedene Eier gefunden. So sind z. B. die Eier der Weihen (Circus) auf grünlichem Grunde bald braun gefleckt, bald fehlt die Fleckenfarbe vollständig.

Nicht unerwähnt lassen will ich hier noch den sogenannten Erythrismus, wie er namentlich bei den Eiern vom rothrückigen Würger (Lanius collurio) vorkommt. Von verschiedenen Gelegen derselben Species findet man die einen grünlich grundirt mit intensiven, einen Kranz bildenden, grünlichen Flecken, die anderen röthlich grundirt mit röthlichen Flecken. Es vertreten sich somit der grüne und der braunrothe Eierfarbstoff. Beim rothrückigen Würger ist dieser Erythrismus so häufig, dass man wohl nur aus der Vergleichung mit den anderen Würgerarten den grünlichen Ton als die Normalfärbung ansehen kann.

Schliesslich sei hier noch der sogenannten „kreidigen Ueberzüge" gedacht, welche auf die Färbung mancher Eier von Einfluss sind. Je nachdem diese weisse, grobe äusserste Kalkschicht regelmässig, unregelmässig oder lückenhaft aufgetragen ist, kann der farbige Unterton des Eies verdeckt sein, stellenweise durchscheinen oder auch wohl ganz frei liegen, wie man solches an den Eiern der Scharben (Halieus) beobachten kann.

Dass hier bei unserer Besprechung der Eierfarben nur diejenigen in Betracht kommen, welche im Organismus des Vogels selbst gebildet werden und nicht etwa auch solche, die von feuchtem, faulem oder schmutzigen Nestmaterial herrühren (wie z. B. bei Haubentauchern und Megapodien) ist wohl selbstverständlich.

Mit den vorigen den herrschenden Anschauungen der Ornithologen entsprechenden Verallgemeinerungen sind die Ergebnisse meiner Untersuchungen in wesentlichen Punkten nicht in Einklang zu bringen.

Ganz ausser Acht gelassen hat man zunächst die Möglichkeit, dass die weisse Farbe der Eier auch von weissem Farbstoffe herrühren könnte und nicht durch die weisse Farbe der Kalkalbuminate allein hervorgerufen würde, dass also das weisse Ei nicht farblos, sondern mit weissem Farbstoffe gefärbt wäre, in derselben Weise, wie die buntgefärbten Eier.

Nimmt man diese Möglichkeit an, so kann ein weisses Ei mit weissem Farbstoffe gleichmässig gefärbt sein und auch von weissem Farbstoffe herrührende weisse Flecken besitzen, die man der weissen Farbe wegen natürlich nicht sehen kann. Besitzt nun ein weisses Ei weisse Flecken, so kann in dem einen Falle die Grundfarbe die der Kalkalbuminate und die Fleckenfarbe die eines weissen Farbstoffes sein, in dem anderen Falle kann das Ei durch einen den Kalkalbuminaten beigemischten weissen Farbstoff weiss grundirt

und durch stärker aufgetragene Mengen desselben Farbstoffes weiss gefleckt sein.

Gehen wir noch weiter und nehmen die Möglichkeit des Vorhandenseins mehrerer weisser Farbstoffe an, so kann die Grundfarbe von dem einen, die Fleckenfarbe von einem anderen weissen Farbstoffe herrühren; und schliesslich können verschiedene weisse Farbstoffe in Grundfarbe und Fleckenfarbe gemischt enthalten sein.

Aus der Annahme weisser Farbstoffe folgt dann noch ferner eine viel grössere Mannigfaltigkeit in der Farbstoffvermischung bei den buntgefärbten Eiern, indem man auch bei diesen alsdann weisse Flächen und Flecken, sowie verloschene Farbenflecken nicht allein auf die weisse Farbe des Kalkalbuminates, sondern auch auf weisse Farbstoffe zurückführen kann, die den bunten Farben zu Grunde gelegt oder beigemischt sind oder sie überdecken.

Dass solche weisse Farbstoffe in den Eierschalen auch wirklich vorhanden sind, haben meine Untersuchungen ergeben, und wird weiter unten von ihnen näher die Rede sein.

Aber auch ganz abgesehen von dem Vorhandensein weisser Farbstoffe sind die oben angeführten Verallgemeinerungen nicht überall stichhaltig.

So ist zunächst die Wicke'sche Zurückführung sämmtlicher Farbentöne auf nur zwei, auf Grün und Braun, durchaus unrichtig. Eine weit grössere Anzahl von verschiedenen bunten Farbstoffen ist vorhanden, die sich in der mannigfaltigsten Weise untereinander vermischen. Damit fällt auch sofort der Satz: „kein Ei kann dreifarbig sein“.

Ferner giebt es auch keine Eier, welche „einfarbig mit Zeichnung“ sind, denn sowohl die Eier des Kiebitz, als auch die der Krähe, welche beiden gewöhnlich als Vertreter dieser Gruppe genannt werden, enthalten mehrere Farbstoffe.

Ueberhaupt sind die verschiedenen Farbstoffe in den Eierschalen in so wechselnden Mengenverhältnissen und in so verschiedener Vertheilung vorhanden, dass über das Vorkommen oder Fehlen der einzelnen Farbstoffe die oberflächliche Betrachtung der Eier keinen genügenden Aufschluss zu geben vermag, sondern es zu ihrer Bestimmung mikroskopischer, chemischanalytischer und spectralanalytischer Untersuchungen bedarf.

V.

An welchem Orte lagern sich die Farbstoffe auf die Eischale?

Ueber den Ort, wo sich der Farbstoff auf die Eischale lagert, haben von jeher unter den Autoren grosse Meinungsverschiedenheiten bestanden. Darüber jedoch war man sich völlig einig, dass das Ei keinesfalls oberhalb des Uterus seine Färbung erhält; ein ganz oder auch nur theilweise gefärbtes Ei ist niemals in den höheren Abschnitten des Genitalkanals vorgefunden worden. Es konnten also nur noch drei Stellen in Betracht kommen, entweder der Uterus selbst oder die Vagina oder endlich die Kloake.

Von den älteren Autoren wäre wohl zuerst Tiedemann zu nennen, welcher die Auflagerung der Farbstoffe auf das Ei in der Kloake vor sich gehen liess.

Dagegen nahmen schon C. G. Carus, Coste und Leuckart den Uterus als Ort der Färbung an, welcher Meinung sich dann wohl die meisten Ornithologen anschlossen.

Zu der Ansicht der Kloakenfärbung kam jedoch Wicke wieder zurück und zwar theils auf Grund seiner chemischen Untersuchungen an gefärbten Eierschalen, theils verleitet durch angebliche Befunde an geschossenen Vögeln. Da Wicke die sämmtlichen Eischalenfarbstoffe auf zwei Gallenfarbstoffe (Bilirubin und Biliverdin) zurückführen zu können glaubte, so lag es für ihn sehr nahe, diese in der Kloake sich auf das Ei lagern zu lassen, wo ja Gallenfarbstoffe, als regelmässige Bestandtheile der Faeces, reichlich vorhanden sind. Bestärkt wurde er noch in seiner Meinung durch die Beobachtungen Wiepken's, welcher in einer geschossenen Pfuhlschnepfe (Limosa melanura) und einer verunglückten californischen Wachtel (Calliplepla californica) ein noch nicht gefärbtes Ei noch im Uterus vorfand und umgekehrt vier Mal Sumpfvögel (drei Kampfschnepfen (Machetes pugnax) und eine Bekassine (Scolopax gallinago) schoss, welche mehr oder weniger ausgefärbte Eier bei sich hatten, die aber immer schon in der Kloake steckten.

Verleitet durch die Wicke'schen „Gallenfarbstoffe“ glaubt auch Blasius die Kloakenfärbung annehmen zu müssen, wofür er noch als Beleg einen Fall anführt, wo ein auf dem Neste gefangenes Weibchen eines (bekanntlich rothbraune Eier legenden) Lerchenfalken im Uterus ein noch rein weisses Ei mit schon vollständig ausgebildeter Kalkschale bei sich hatte.

Merkwürdigerweise machen weder Landois noch Nathusius irgend welche Andeutungen über den Ort der Entstehung der Eischalenfärbung.

Seidlitz dagegen bespricht und prüft die Angaben der früheren Autoren sehr eingehend und kommt zu dem Schlusse, dass sowohl die gleichmässige Grundfarbe, als auch die tiefer liegenden Flecken und Zeichnungen im Uterus dem Ei aufgelagert werden, und dass nur die in der Oberhaut liegenden oder noch oberflächlicheren Farben, die sich leicht abreiben lassen, allenfalls später als im Uterus, also vielleicht in der Vagina ihren Ursprung nehmen könnten. Die Kloake jedoch beherberge das Ei jedenfalls viel zu kurze Zeit, um überhaupt etwas zur Färbung des Eies beitragen zu können.

Was nun aber den zur weiteren Begründung seiner Ansicht herangezogenen und weitläufig beschriebenen „pathologischen Fall", das vollkommen ausgebildete und normal gefärbte Schnepfenei, anbetrifft, welches von dem abgeschnürten Uterus umschlossen frei in der Bauchhöhle gelegen haben soll, so befindet sich Seidlitz dabei offenbar in einem grossen Irrthum. Der vermeintliche abgeschnürte Uterus kann gar nichts anderes gewesen sein, als eine der fertigen Kalkschale fest aufliegende zweite Schalenhaut, welche sich um das fertige Ei gebildet hat, als dieses, anstatt nach aussen gelegt zu werden, durch antiperistaltische Bewegungen des Eileiters rückwärts wieder durch den Eileiter in die Bauchhöhle getrieben wurde. Solche Eier habe ich wiederholt in Hühnern und einmal auch in einer Ringeltaube (Columba palumbus) vorgefunden.

Ludwig schliesst sich in seiner Arbeit „Ueber die Eibildung im Thierreiche" wieder der Wicke'schen Auffassung an und hält es für wahrscheinlich, dass die Färbung der Eier in der Kloake durch die Gallenfarbstoffe der Faeces bewirkt wird.

Derselben Ansicht ist auch Liebermann. Er lässt in der Kloake durch Gallenergüsse aus den Faeces sich an der Oberfläche des Eies Kalkalbuminatverbindungen des Gallenfarbstoffes bilden. Liebermann befindet sich, ebenso wie Wicke, in der irrthümlichen Meinung, dass der Farbstoff bei allen Eiern nur an der obersten Schicht liege.

Sorby hält den Eileiter für den Ort der Auflagerung der Pigmente, spricht sich aber nicht näher darüber aus, in welchem Theile desselben die Färbung stattfindet.

Krukenberg geht so weit, dass er vermuthet, dass der braune und der grüne Farbstoff gesondert, wahrscheinlich an verschiedenen Plätzen, welche das Ei vom Ovarium bis zur Kloake passirt, in der Schale fixirt werden.

Dagegen ist Kutter zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Färbung der Eischale nur im Uterus stattfindet. In Betreff der von Wicke angeführten Wiepken'schen Beobachtungen tritt er der Seidlitz'schen Ansicht bei, dass die in der Kloake vorgefundenen Eier wohl im Todeskampfe durch krampfhafte Contraction der Eileiterwände dorthin gelangt sind und führt als Beleg hierfür einen selbsterlebten Fall an, wo einem von ihm beim Abstreichen vom Horst geschossenen Lerchenfalken (Falco subbuteo) ein weisses Ei entschlüpfte, welches nach Massgabe seiner noch ganz weichen, wenig oder gar nicht verkalkten Schale nur eben erst in den Uterus gelangt sein konnte, als der Vogel geschossen wurde.

Bei der Mittheilung des merkwürdigen Seidlitz'schen „pathologischen Falles" erwähnt Kutter ein dem mit abgeschnürtem Uterus umschlossenen Schnepfenei ähnliches Ei vom Feldhuhn (Perdix cinerea), welches aus der Bauchhöhle einer von einem Raubvogel geschlagenen Henne entnommen war. Die feste Schale war vollständig ausgebildet und ausgefärbt und von einer deutlich nachweisbaren Oberhautschicht bedeckt.

Mit diesem Feldhuhnei wird es sich nun wohl gerade so verhalten, wie mit dem Seidlitz'schen Schnepfenei. Die deutliche Oberhautschicht wird wohl ebenfalls eine zweite Schalenhaut gewesen sein, die gerade so entstanden ist, wie ich oben angegeben habe.

Am wichtigsten von den Angaben Kutter's sind gewiss die Fälle, wo er selbst bei völlig gesunden Vögeln mehr oder minder ausgefärbte Eier noch innerhalb des Uterus fand. So konnte er Eier von Turdus merula, Ruticilla phoenicurus, Lanius collurio und Sylvia hortensis mit anscheinend völlig ausgebildeter Färbung, andere in verschieden vorgeschrittenen Stadien derselben aus dem Uterus der betreffenden Vögel entnehmen.

Wenn ich nun zu meinen eigenen Untersuchungsresultaten übergehe, so will ich zunächst einmal die Frage behandeln, ob es überhaupt möglich ist, dass das Ei seine Färbung in der Vagina oder sogar in der Kloake erhalten kann.

Ich muss dies auf das Bestimmteste verneinen; denn das Ei kommt beim Legeactus weder mit der Vagina noch mit der Kloake in irgendwelche Berührung!

Diese wohl noch niemals ausgesprochene Behauptung bedarf allerdings der näheren Erklärung.

Die allgemein verbreitete Ansicht über den Vorgang des Eier-

legens ist folgende: Das mit einer festen Kalkschale versehene fertige Ei folgt den zur Legezeit eintretenden peristaltischen Bewegungen des Eileiters und wird so allmählich durch die Vagina und die Kloake nach aussen gedrückt.

Diese Ansicht ist durchaus irrthümlich; der Vorgang ist ein ganz anderer: Der Vogel bekommt beim Legen einen vollständigen Vorfall (Prolapsus) seines Uterus, indem sich die Vagina und die Kloake nach aussen umstülpen und die untere Uterusöffnung so weit blosslegen, dass das Ei hinausfallen kann. Alsdann stülpen sich Vagina und Kloake wieder ein, und der Uterus tritt wieder in seine normale Lage zurück.

Das Ei kommt also weder mit der Vagina noch mit der Kloake in Berührung, sondern wird aus dem Uterus direkt ins Freie bebefördert.

Diesen Vorgang beobachtete ich zuerst sehr hübsch an Hühnern, mit denen ich zu einem anderen Zwecke physiologische Experimente anstellte. Behufs Beobachtung der Bildungsweise einer Eischale um einen in den Eileiter eines lebenden Vogels eingeführten Fremdkörper nahm ich einen hohlen Gummiball, von der Grösse eines kleinen Hühnereies, steckte ihn mit seiner Oeffnung auf ein Glasrohr und faltete ihn zusammen. So konnte ich ihn bequem legenden Hühnern von der Kloake aus in den Uterus schieben. Ist der Ball dort angelangt, so nimmt er wieder seine frühere Gestalt an und dehnt sich prall aus, was dadurch ermöglicht wird, dass Luft durch das Glasrohr von aussen in ihn hineindringen kann. Auf diese Weise vertritt er die Stelle eines Eies. Ich kam jedoch mit meinem Experimente nicht eher zum Ziele, bis ich den Eileiter unterband. Denn vorher legten die Hühner jedesmal, ich mochte damit anfangen, was ich wollte, mir nach kurzer Zeit den Gummiball wieder in die Hand.

Dieses Legen ging nun stets auf die vorhin beschriebene Weise von Statten. Niemals kam der Gummiball dabei mit der Vagina oder der Kloake in Berührung, sondern wurde jedesmal direkt vom Uterus aus nach aussen befördert.

Es war nun diese Erscheinung für mich so überraschend, dass ich sofort auch Beobahtungen an wirkliche Eier legenden Hühnern anstellte, wobei ich zu genau demselben Resultate gelangte. Ich habe wiederholt Hennen, welche sich zum Legen gesetzt hatten, untersucht und gleichviel ob sich eine kleinere oder grössere Fläche des zu legenden Eies zeigte, dieses jedesmal noch im Uterus vorgefunden.

und zwar so, dass die Ränder der unteren Uterusmündung, bei vollständigem Prolapsus Uteri, nach vorhergegangener Umstülpung sowohl der Vagina als auch der Kloake, direkt nach aussen blosslagen. Das Ei schlüpfte alsdann aus dem Uterus heraus, worauf sich der vorgefallene Eileitertheil rasch wieder einstülpte.

Dieser schwerwiegende Beweis würde meines Erachtens schon genügen, um die Auflagerung des Farbstoffes in der Vagina oder der Kloake für völlig ausgeschlossen zu betrachten. Es lassen sich aber auch noch andere Gründe dagegen geltend machen.

Da die Eischale im Uterus ihren vollständigen Ausbau, mitsammt dem Oberhäutchen, erhält, so könnten, falls eine Betheiligung der Vagina oder der Kloake an der Färbung des Eies stattfände, nur die der Schale ganz oberflächlich anhaftenden Farbstoffmengen in Betracht kommen. Sämmtliche auch nur etwas tiefer liegenden werden bereits mit Kalkalbuminaten vermischt gefunden und können deshalb nicht in Vagina oder Kloake aufgelagert sein, weil hier gar keine Kalkschalenbildung mehr vor sich geht. Aber auch von der alleroberflächlichsten Fleckenfarbe liegen immer noch mehr oder weniger grössere Mengen in den obersten Kalkschichten, und da durchaus nicht angenommen werden kann, dass von ein und derselben Fleckenfarbe der eine Theil im Uterus, der andere in der Vagina oder Kloake aufgelagert wird, so kann auch eine Betheiligung der letzteren an der Bildung einer ganz oberflächlichen Fleckenfarbe nicht stattfinden.

Wiederholt sind nun zwar von früheren Autoren „verbürgte" Fälle angegeben, wo man noch ungefärbte oder noch nicht völlig ausgefärbte Eier in der Kloake geschossener, gefärbte Eier legender Vögel gefunden habe; demgegenüber muss ich jedoch bestimmt behaupten, dass sich die fraglichen Eier keinesfalls in der Kloake befunden haben können. Denn nach dem, was ich vorhin über den Vorgang des Legens gesagt habe, muss unbedingt angenommen werden, dass die Eier noch im Uterus steckten, welcher, da die Vagina und die Kloake sich bereits umgestülpt hatten, irrthümlich für letztere gehalten wurde.

Ein solcher vorzeitiger Prolapsus Uteri kann durchaus nicht überraschen, da, wie schon Seidlitz und Kutter mit Recht bemerken, nach Tödtung eines Vogels, namentlich durch einen Schuss, wo der Todeskampf oft lange dauert, das Ei durch Todeskrämpfe leicht herabgedrückt und sogar ganz zur Welt befördert werden kann.

Dieses Herabsinken entsteht aber nicht im Sinne Seidlitz's und

KUTTER'S dadurch, dass das Ei die Vagina durchschlüpft, sondern genau wie beim normalen Legen, durch Hinunterdrücken des Eies mitsammt dem Uterus, worin es steckt.

Zum plötzlichen Legen eines noch nicht ganz fertigen Eies ist übrigens gar nicht einmal Todeskampf erforderlich; es genügt eine ganz gewöhnliche Angst des Vogels. So legten Hühner und Enten unfertige Eier, wenn ich sie in einen kleinen Behälter sperrte, und ein Rothkehlchen (Sylvia rubecula) liess, als ich es aus dem Fangnetzchen nahm, ein Ei mit nur halbentwickelter Schale fallen.

So wie nun diese Eier nichts für die Kloakenfärbung beweisen, eben so wenig ist es der Fall bei solchen, die noch ungefärbt im Uterus gefunden werden, wie z. B. das Blasius'sche noch weisse Ei eines auf dem Neste gefangenen Lerchenfalken (Falco subbuteo). Dass das Ei „bei vollständig ausgebildeter“ Schale noch rein weiss war, beweist mir nur, dass die Schale in Wirklichkeit doch noch nicht ganz vollständig ausgebildet, sondern nur beinahe fertig war, da die rothbraune Fleckenfarbe beim Lerchenfalken ziemlich oberflächlich aufgetragen wird.

Fügen wir zu den Beweisen, dass das Ei unterhalb des Uterus seine Färbung nicht mehr erhalten kann, noch hinzu, dass dieses oberhalb des Uterus (im sog. Isthmus) noch viel weniger der Fall sein kann, indem hier noch keine Kalkablagerung, sondern nur die Bildung der stets ungefärbten Schalenhaut stattfindet, so erübrigt nur noch, den direkten Beweis zu liefern, dass die Färbung im Uterus selbst vor sich geht.

Hierfür führe ich aus meiner Eileitersammlung zu den bereits von KUTTER beobachteten noch die folgenden Fälle an, wo ein entweder ganz oder theilweise ausgefärbtes Ei sich im Uterus des betreffenden Vogels befindet:

Hausente, grün, ausgefärbt;
Reiher (Ardea cinerea), ausgefärbt;
Schnepfe (Scolopax rusticola), ausgefärbt;
Feldhuhn (Perdix cinerea), beinahe fertig, gleichmässig hellblau.
Krähe (Corvus corone), normal gefärbt;
Thurmfalke (Falco tinnunculus), mit nur einzelnen Fleckchen;
Schwarzplatte (Sylvia atricapilla), fast ausgefärbt;
Kukuk (Cuculus canorus), ausgefärbt;
Nachtigall (Lusciola luscinia), ausgefärbt;
Buchfink (Fringilla coelebs), schwach hellblau, ohne Flecken;
Hühnerhabicht (Astur palumbarius), hellblau. —

Ich denke, dass diese Anzahl indirekter und direkter Beweise genügen wird, um unumstösslich festzustellen, dass die Auflagerung der Farbstoffe auf die Eischale *nur im Uterus* der betreffenden Vögel stattfindet.

VI.

Wo werden die Farbstoffe im Organismus des Vogels ausgeschieden?

Wissen wir nun zwar, dass sich der Farbstoff im Uterus auf die Eischale lagert, so tritt uns aber die wichtige Frage entgegen, wo der Organismus des Vogels die Farbstoffe ausscheidet, so dass diese alsdann im Uterus die Färbung der Schale bewirken können.

Abgesehen von Nathusius, der den Farbstoff nicht als mechanisch der sich bildenden Eischale beigefügt annimmt, für den der Farbstoff, ebenso wie das ganze Ei mitsammt der Schale, aus dem Organismus der Eizelle selbst allmählich *erwachsen* ist, stimmen sämmtliche Autoren allerdings darin überein, dass der Farbstoff in den Organen des Vogels *ausgeschieden* wird.

Wo jedoch diese Ausscheidung stattfindet, und ob sie nur an einem Orte vor sich geht, oder ob verschiedene Farbstoffe an verschiedenen Stellen eines Organes oder sogar in verschiedenen Organen ausgeschieden werden, darüber gehen die Ansichten weit auseinander.

Zwei Apparate des Organismus des Vogels können hierbei nur in Betracht kommen, der *Verdauungsapparat* und der *eibildende Apparat*.

Von den Organen des ersteren gelangt nur die *Leber* zur Berücksichtigung, worin bekanntlich durch Zugrundegehen rother Blutkörperchen *Gallenfarbstoffe* erzeugt werden, welche dann später, mit dem Darminhalte vermengt in die Kloake gebracht, die Färbung der Eier bewirken könnten.

Auch könnte der Farbstoff zuerst in der Leber als Gallenfarbstoff ausgeschieden, dann aber von den Körpersäften wieder aufgesaugt und *im eibildenden Apparate nochmals ausgeschieden werden*.

Am eibildenden Apparate unterscheiden wir den Eileiter und den Eierstock.

Beim ersteren kann in drei verschiedenen Theilen die Ausscheidung erfolgen, zunächst im Uterus, dann in der Verbindungsstrecke zwischen dem Uterus und der Kloake, der sogenannten Vagina und endlich in dem Theile oberhalb des Uterus. An diesen Stellen könnte dann der Farbstoff entweder direct aus den Blutgefässen austreten, oder indirect durch Drüsen oder Epithelzellen abgesondert werden.

Schliesslich wäre es auch noch möglich, dass die Farbstoffe am Eierstocke ausgeschieden würden, ebenso wie das Ei den Eileiter hinunter wanderten und dann im Uterus die Eifärbung erzeugten.

Der Meinung, dass der Farbstoff als Gallenfarbstoff in der Leber ausgeschieden wird und dann, mit dem Darminhalte zur Kloake herabgetrieben, hier die Färbung der Eischale bewirkt, sind alle diejenigen Autoren, welche die Färbung in der Kloake vor sich gehen lassen.

Eine solche Faecesfärbung kann aber, wie ich im vorigen Kapitel bewiesen habe, unmöglich stattfinden, und da auch gewiss nicht angenommen werden kann, dass Faeces aus der Kloake zur Eifärbung durch die Vagina zum Uterus emporsteigen, so ist diese Art der Gallenfarbstofffärbung vollständig ausgeschlossen.

Etwas anderes wäre es jedoch, wenn der Farbstoff zuerst in der Leber ausgeschieden, dann aber von den Körpersäften wieder aufgesaugt und im eibildenden Apparate zum zweiten Male ausgeschieden würde.

Diese Möglichkeit giebt Seidlitz bedingungsweise zu. Angenommen, es wäre das meiste Pigment der Eischalen wirklich Gallenfarbstoff (was übrigens nach den Analysen Wicke's noch keineswegs unumstösslich feststehe), so sei es sehr wohl denkbar, dass derselbe zwar in der Leber gebildet, aber vom Blute wieder aufgenommen und anderen Körpertheilen zugeführt werde, wie man das z. B. beim Icterus sehe.

Einer solchen Annahme, erwidert Kutter darauf, steht entgegen, dass die Aufnahme von Galle in die Blutmasse (abgesehen von krankhaften Veränderungen des Leberparenchyms, die hier nicht in Betracht kommen können) nur durch mechanischen Verschluss der Gallenausführungsgänge bedingt wird. Einen solchen aber etwa von dem Drucke des sich bildenden Eies herleiten zu wollen, erscheint schon deswegen unzulässig, weil selbst die kleinsten und

vereinzelt gelegten Spureier, die doch offenbar einen solchen nicht bedingen können, meist ebenso intensiv und charakteristisch gefärbt sind, wie normale. Und endlich sind Gallenfarben thatsächlich weder im Blute noch in den Geweben und Exkreten eierlegender Vögel (natürlich mit Ausnahme des Darminhaltes) gefunden worden.

Es bleibt daher KUTTER ganz unerfindlich, wie Gallenpigmente, wenn solche wirklich bei der Färbung der Eier eine Rolle spielen sollten, von ihrer Bildungsstätte, der Leber, in den Eischlauch gelangen könnten.

Ich kann dieser Darstellung KUTTER's um so mehr völlig beistimmen, als die Grundlage, auf welcher derartige Vermuthungen entstanden sind, nämlich das Resultat der Wicke'schen Untersuchungen, dass die Eierfarben aus den beiden Gallenfarbstoffen Bilirubin und Biliverdin bestehen, sich als durchaus irrthümlich herausgestellt hat.

Mag nun der Farbstoff nur einmal, oder nach erfolgter Wiederaufsaugung durch die Körpersäfte auch noch zum zweiten Male ausgeschieden werden, die endgültige Ausscheidung zur Eifärbung lässt SEIDLITZ sowohl für die gleichmässige Grundfarbe, als auch für die tiefer liegenden Flecken und Zeichnungen unbedingt im Uterus vor sich gehen. Er meint allerdings, dass die in der Oberhaut liegenden oder noch oberflächlicheren Farben, die sich leicht abreiben lassen, allenfalls später als im Uterus, also in der Vagina (keinesfalls aber in der Kloake) ihren Ursprung nehmen könnten.

Da nun aber, wie vorhin bewiesen, die vollständige Färbung der Eischale bereits im Uterus erfolgt, und die Möglichkeit eines Emporsteigens des Farbstoffes aus der Vagina zum Uterus unannehmbar ist, so kann die Ausscheidung auch der oberflächlichsten Farben nicht in der Vagina stattfinden.

Besonderes Gewicht legt SEIDLITZ auf die Carus'sche Theorie, die er „über alle Zweifel erhoben" nennt.

C. G. CARUS tritt für den Uterus ein, und zwar lässt er dort den röthlichen und den grünlichen Farbstoff auf verschiedene Weise sich ausscheiden. Bei ihm finden wir die erste nähere Besprechung der Entstehung, oder eigentlich besser gesagt der Möglichkeit der Entstehung der Färbung der Vogeleier. Seine Vermuthungen lauten folgendermassen:

„Die merkwürdigen Zeichnungen so vieler Eierschalen, welche sämmtlich, gleich der allgemeinen Färbung des Eies und der Schalensubstanz selbst, Product des Oviductus sind, werden nur begreif-

lich als Spuren einer fast entzündungsähnlich gesteigerten Thätigkeit der angeschwollenen zarten Gefässe der Schleimhaut des Oviductus, welche Blutfarbe auf den abgelagerten Kalk durchschwitzen lassen.

So ungefähr sieht man auf ausgestossenen Pseudomembranen häufig Blutstreifen, gleichsam als den Abdruck der entzündlich aufgetriebenen und Blut ausschwitzenden Gefässe der die Pseudomembran bildenden Schleimhaut.

Physiologisch bemerkenswerth ist an diesen Flecken theils die Form, theils die Farbe.

Die Form ist am häufigsten die rundlicher länglicher Flecken, als Zeichen der einzelnen ausgeschwitzten Blutströpfchen, ungefähr den kritischen blutigen Absonderungen nach gehobener Entzündung zu vergleichen. Beim Vorwärtsdrängen des Eies werden diese Flecken in die Länge gezogen, zuweilen gleichsam verwischt.

Selten haben die Flecken die Figur eines einzelnen Aderstücks selbst und also die einer mehr oder weniger geschlängelten oder verästeten Linie. Im letzteren Falle könnte man das Durchschwitzen auch mit dem zuweilen vorkommenden Durchschwitzen der Gallenfarbe in der ganzen Länge der Gallenblase vergleichen.

Die Farbe ist zwar mannigfaltig, aber ihre Nuancen erscheinen immer innerhalb gewisser Grenzen, deren physiologische Bedeutung bemerkenswerth ist. Man muss nämlich bedenken, dass sie hervorgehen aus einer Excretion, welche mit dem Namen einer Blutexcretion, etwa ähnlich der Menstruation, bezeichnet werden muss; hierin liegt dann der Grund, dass von ihr aus nur Farben gegeben sein können, welche im Kreise der verschiedenen Stufen eines decomponirten Blutes enthalten sind. Wenn man aber dergleichen Stufen der Decomposition des Blutes beobachtet, so findet man vom trocknenden bis zum völlig zersetzten, d. i. faulenden, oder zu dem in Ichor und wahren Eiter verwandelten Blute etwa die Farbenfolge von rothbraun, braun, braunschwarz, gelbbraun, gelb, grünlichgelb, grün, bläulichgrün, schwarzgrün, violett, — alle eigentlichen Urfarben, reinroth, reinblau, reingelb hingegen bleiben ausgeschlossen — und so könnte man sich denn auch die Genesis der Farben dieser Eierflecken zur Genüge deutlich machen, an welchen nur eben die genannten Nuancen vorkommen.

Wer daher das Farbenspiel dunkelgefärbter Eier aufmerksam betrachtet und es mit dem pathologischer Gegenstände vergleichen will, wird dadurch bald an diejenigen Farbengruppen, welche z. B. auf scorbutischen Flecken innerer und äusserer Organe, auf faulenden

oder durch Eiterung zerstörten Eingeweiden und dergl. vorkommen, sich erinnert finden.

Von den Fleckenzeichnungen ist die manchen Eiern gewöhnliche allgemeine gleiche Färbung der Eierschalen zu unterscheiden, welche mehr in die Reihe specifischer Secretionen zu gehören und der Kalksecretion selbst deshalb näher zu stehen scheint. Merkwürdig ist jedoch, dass auch in diesen Färbungen das Grün, nächst dem Braun und Grünblau, als die dem Roth des Blutes polar entgegengesetzte Färbung, entschieden vorherrscht, um so merkwürdiger, weil auch unter den Säugethieren im Hundegeschlecht der trächtige Uterus und vielleicht auch das Chorion selbst am Rande der Placenta eine grüne Masse absondert, welche auffallend an die Färbung der Galle erinnert."

Schliesslich meint Carus doch, dass die Art und Weise, wie im Einzelnen alle diese Se- und Excretionen sich ereigneten, noch gar sehr ausführlicher weiterer Beobachtungen bedürftig sei.

Für alle Autoren, welche, wie Carus, die Färbung nur im Uterus vor sich gehen lassen, ist die Annahme der Ausscheidung der Farbstoffe im Uterus selbst wohl zweifellos das Zunächstliegende

So nimmt Coste sogar besondere Farbstoffdrüsen im Uterus an, und Leuckart acceptirt die Carus'sche Theorie ungefähr vollständig. Ihm scheinen nach ihrer Genese die Farben der Kalkschale doppelter Art zu sein und von zweierlei Pigmenten herzurühren, nämlich 1) von gewissen specifischen Pigmenten, die der Eischale den uniformen Grundfarbenton geben und sich den abgesonderten Kalkmassen beimengen; 2) von verändertem Blutfarbstoff, der durch die angeschwollenen Gefässe des Oviducts hindurchtritt und auf der Oberfläche der Eier sich abdrückt. In den ersteren Fällen herrsche die grüne, in den anderen dagegen die rothe Farbe vor.

Auch Kutter hält, was die hellblauen oder grünen Farben anbelangt, in Ermangelung positiver Anhaltspunkte, es für wahrscheinlich, dass diese in den Drüsen des Uterus gebildet und dem sich aus diesen absondernden flüssigen Kalkalbuminate beigemischt werden. In Betreff der röthlichen Farben ist er jedoch, wie wir sogleich sehen werden, anderer Meinung.

Ich muss nun gestehen, dass auch mir selbst, so lange ich keine andere Beweise in Händen hatte, die Ausscheidung der Farbstoffe im Uterus das Wahrscheinlichste war. Meine Untersuchungen über die Histologie und Genese der Eierschale wurden im Anfange grösstentheils an Eileitern von ungefärbte Eier legendem Hausge-

flügel angestellt. Doch bedurfte ich zur Erkennung der Ausführungsgänge der Uterindrüsen und namentlich zur Vergleichung der für den Aufbau der Kalkschale wichtigen Abstände der Drüsenöffnungen von einander auch der Eileiter möglichst verschiedener anderer Vögel. Unter den damals erlangten Exemplaren von gefärbte Eier legenden Vögeln befanden sich auch einige, in deren Uterus ein im Anfange der Kalkschalenbildung befindliches, aber noch ungefärbtes Ei steckte.

Sehr auffallend war mir nun, dass ich bei der histologischen Untersuchung der Uteruswandungen weder in dem Stützgewebe, noch in den Drüsen oder dem epithelialen Belage des Uterus Farbstoff vorfand.

Leider habe ich es unterlassen, auch den oberen Theil dieser Eileiter, worin sich vielleicht Farbstoff vorgefunden hätte, auf seinen Inhalt näher zu untersuchen. Denn da es sich bei den betreffenden Vögeln nur um die Beschaffenheit der Gewebe des Uterus und ihre Betheiligung an der Kalkschalenbildung handelte, so hatten die Eileiter nur von da ab für mich besonderes Interesse, wo die Bildung der Kalkschale beginnt. Auf den Gedanken, dass der Farbstoff von oben herab zum Uterus gelangen könnte, war ich damals noch nicht gekommen.

Hierauf brachte mich erst der von Kutter mitgetheilte interessante Sectionsbefund an einem bekanntlich rothbraune Eier legenden Weibchen vom Thurmfalken.

Kutter erzählt wörtlich: „Am 30. Mai 1878 brachte man mir ein Tags vorher geschossenes Weibchen von Falco tinnunculus. Am Eierstocke fanden sich zwei leere Follikel und drei geschwellte Dotterkugeln von verschiedener Grösse. Der Uterus enthielt ein Ei mit noch nicht völlig ausgebildeter, aber bereits solider Schale. Die Farbe desselben ist kalkweiss; doch zeigen sich als erste Spuren von Zeichnung am stumpfen Ende, welches im Eihälter nach oben lag, ziemlich zahlreiche, auf der übrigen Schalenfläche nur sehr wenige hellaschgraue Punkte und Fleckchen, von einer Grösse bis zu 1 Mm. Durchmesser. Bei vorsichtiger Behandlung mit verdünnter Salzsäure, wodurch die diese Fleckchen bedeckende dünne Kalkschicht entfernt wird, erscheinen dieselben schärfer contourirt und von tief braunrother Farbe. Auf der inneren Fläche des Uterus fanden sich an zwei Stellen Capillarhyperämien der Mucosa, welche sich, obwohl undeutlich umgrenzt, als etwa linsen- bezw. bohnengrosse Flecke durch ihre intensiv rothe Farbe scharf von der mehr blassrothen der übrigen Schleimhautfläche abhoben.

Im ganzen oberen Theile des Oviducts erschienen die scharf vorspringenden, schmutzig-rosafarbenen Longitudinalfaltungen auf ihren einander zugekehrten Seitenflächen überall dicht mit dunkeln Punkten besäet. Bei näherer Betrachtung mit der Loupe erwiesen sich diese als kleine Theilchen einer nicht dünnflüssigen, sondern ziemlich consistenten braunrothen Substanz, welche aus feinen Oeffnungen der Schleimhaut (offenbar den Uterindrüsenmündungen), die in Abständen von etwa 0,5 bis 1,0 Mm. nebeneinander lagen, hervorzuquellen schienen. Ein Versuch, diese Punkte durch Darüberführen eines stumpfen Scalpells zu verwischen, gelang nur theilweise. Dagegen fanden sich sowohl in diesem oberen Theile des Eileiters, wie auch besonders im untern Drittel desselben, wo die Schleimhaut merklich blasser erschien, und die erwähnte Punktirung der Kämme fehlte, längliche Partikeln derselben braunrothen Substanz, welche sich leicht abheben liessen, und von denen einzelne (jedenfallss durch die Wimperbewegung des Flimmerepithels) bis in den Uteru selbst vorgedrungen waren.

An der Identität dieser nach ungefährer Schätzung 0,6 bis 0,8 Mm. langen und 0,2 Mm. dicken Partikelchen mit dem Farbstoffe der Pigmentflecken der Schale war nach alledem nicht zu zweifeln, und kann ich nur annehmen, dass dieselben aus Blut bestehen, welches aus den die Uterindrüsen des oberen Eileitertheils umspinnenden Capillaren, nach Beendigung der Eiweisssecretion, in die Drüsenbläschen transsudirte und nächstdem von diesen, irgendwie metamorphosirt, ausgeschieden wurde."

Dieser Sectionsbefund Kutter's ist das einzig Positive in Betreff des Ursprunges der Farbstoffe, was bei den Untersuchungen sämmtlicher Autoren herausgekommen ist. Alle übrigen Angaben beruhen nur auf Vermuthungen und nicht auf dem geringsten Thatsächlichen.

Selbst die neueren Autoren, Sorby und Krukenberg, können keinen bestimmten Ort für die Ausscheidung angeben. Ersterer glaubt, dass diese irgendwo im Eileiter vor sich gehe, und letzterer vermuthet, dass der braune und der blaue Farbstoff gesondert, wahrscheinlich an verschiedenen Plätzen, als temporäre Secrete des Eileiters oder der Kloake ausgeschieden würden.

Wenngleich nun auch die aus seinem Befunde gezogene Schlussfolgerung Kutter's, dass der Farbstoff von den Drüsen des oberen Eileitertheils abgesondert werde, durch meine späteren Untersuchungen sich als irrthümlich herausgestellt hat, das Eine war wenigstens direkt bewiesen, dass der braune Farbstoff des Thurmfalkeneies höher als im Uterus ausgeschieden wird.

Diese letztere Thatsache war die Veranlassung und die Grundlage für meine eigenen eingehenden Untersuchungen über die Entstehung der Eifärbung.

Es schien mir nun von vorneherein in Betreff der Ausscheidung von Farbstoff aus den Eiweissdrüsen des oberen Eileiters höchst unwahrscheinlich, dass derjenige Theil des Eileiters, welcher an der Bildung der Schale des Eies gar nicht betheiligt ist, dieser die Färbung verleihen sollte. Ich konnte mich daher, als mir der Kutter'sche Sectionsbefund bekannt wurde, sogleich der Ansicht nicht erwehren, dass der Farbstoff, wenn er nicht im Uterus, wo derjenige Theil der Eischale sich bildet, der er beigefügt ist, ausgeschieden wird, er überhaupt nicht im Eileiter seinen Ursprung hat.

Dann blieb aber nur noch der Eierstock als Ausscheidungsort übrig.

Es mag nun vielleicht schon Mancher auf Grund des Kutter'schen Sectionsbefundes auf den Gedanken gekommen sein, den Eierstock als Erzeuger von Farbstoffen anzusehen.

Im Zoologischen Anzeiger vom 27. April 1885 veröffentlicht O. Taschenberg eine hierauf bezügliche kurze Notiz.

Er ist der Ansicht, dass im Uterus die gleichmässige Grundfärbung in anderer Weise ihren Ursprung nimmt, als die Flecken und sonstigen Zeichnungen.

Die gleichmässige Grundfärbung hält er für ein Transsudat aus den den Uterus reichlich umgebenden Blutgefässen, und die Flecken lässt er (wie Kutter) durch Auflagerung von Pigmentpartikelchen entstehen, welche den ganzen Oviduct hinunter gewandert sind.

Hieran knüpft O. Taschenberg die Bemerkung, dass die Pigmentpartikelchen höchst wahrscheinlich aus dem Blute des geplatzten Graaf'schen Follikels entstammten und dann auf dieselbe Quelle zurückzuführen sein würden, welche beim Säugethiere zur Ausbildung eines Corpus luteum beiträgt.

Bei dem Fehlen irgend einer Beweisangabe ist leider nicht ersichtlich, ob Taschenberg aus eigenen Sectionsbefunden diesen Schluss zieht, oder ob es sich hier vielleicht um eine Folgerung aus dem Kutter'schen Sectionsbefunde handelt, der für meine eigenen eingehenden Untersuchungen ja auch der Ausgangs-

punkt gewesen war, weshalb sich die Vermuthung O. TASCHENBERG'S mit der meinigen deckte, dass die braune Fleckenfarbe am Eierstocke ihren Ursprung habe.

Mit solchen Vermuthungen ist aber noch nichts geleistet. Es müssen Beweise geliefert werden; und das ist bis jetzt noch nicht geschehen. Noch von keiner Seite ist irgend welches Material zur genauen Aufklärung des überraschenden Kutter'schen Falles erbracht, sei es in bestätigendem oder widerlegendem Sinne. Es liegt in Betreff des Ursprunges der Eischalenfarbstoffe auch kein Sectionsbefund an irgend einem anderen Vogel vor.

Gesetzt aber auch den Fall, es träfe meine Vermuthung beim braunen Farbstoffe des Thurmfalkeneies zu, er würde wirklich am Eierstocke ausgeschieden, so drängt sich uns doch sofort die weitere Frage auf, ob sich auch wohl die übrigen Farbstoffe ebenso verhalten, oder ob nicht vielleicht die grünlichen einen anderen Ausscheidungsort besitzen, zumal fast sämmtliche Autoren die bräunlichen und grünlichen Farben in Betreff ihres Ursprunges als völlig von einander abweichend und sich gewissermassen gegenüberstehend betrachten.

Für die Beantwortung dieser Fragen giebt es kein anderes Mittel, als die makroskopische und mikroskopische Untersuchung der Eileiter von möglichst verschiedenen gefärbte Eier legenden Vögeln während und kurz vor der Entstehung der Eifärbung, um auf diese Weise die Farbstoffe im Organismus des Vogels abzufangen, während und bevor sie sich auf das Ei lagern.

Dies ist nun leichter gesagt, als gethan; hierbei hat man mit fast unüberwindlichen Schwierigkeiten zu kämpfen. Ganz abgesehen davon, dass es einem Städter überhaupt nicht leicht ist, wilde Vögel zu bekommen, ist es zunächst höchst fatal, dass von den erlegten Exemplaren die meisten Männchen sind. Aber auch die Weibchen sind im ganzen Jahre nur einige Tage, während sie ihre Eier legen, zu gebrauchen; und dann muss eins von den Eiern gerade im Eileiter stecken. Dazu kommt noch, dass die Weibchen, bevor sie ausgelegt haben, nur des Nachts auf dem Neste sitzen, weshalb den scheuen Vögeln äusserst schwer beizukommen ist.

Allen diesen Hindernissen ist es denn auch zuzuschreiben, dass es mir bis jetzt nur möglich gewesen ist, eine kleine Anzahl schwangerer Eileiter von verschiedenen gefärbte Eier legenden wilden Vögeln für meine Untersuchungen zu beschaffen.

Eigene Befunde an schwangeren Eileitern von gefärbte Eier legenden Vögeln.

A. Negative Untersuchungsresultate.

Von legenden Vögeln, welche zwar ein mehr oder weniger in der Schalenbildung befindliches Ei im Eileiter, jedoch noch keinen Farbstoff am Ei haftend oder frei im Eileiterrohre bei sich führten, gelangten im Laufe der Zeit folgende zur Untersuchung: 4 Hausenten, Puter (Meleagris gallopavo), Kanarienvogel (Fringilla canariensis), Buchfink (Fringilla coelebs), 2 Krähen (Corvus corone), Elster (Pica caudata), Bachstelze (Motacilla alba), 2 Würger (Lanius collurio), Rothkehlchen (Lusciola rubecula), Hühnerhabicht (Astur palumbarius), Blaumeise (Parus coeruleus), Fitislaubvogel (Sylvia trochilus), Weidenlaubvogel (Sylvia rufa).

In allen diesen Eileitern stand das Ei augenscheinlich ganz kurz vor der Färbung. Stammt der Farbstoff vom Eierstocke her, so war er im Eileiterrohre noch nicht eingetroffen; tritt er aus den Eileiterwandungen heraus, so waren diese noch nicht in der Absonderung thätig. —

Hier dürfte nun vorerst einmal näher zu erörtern sein, falls der Farbstoff den Eileiterwandungen entspränge, in welcher Weise und an welchen Stellen die Ausscheidung dort histologisch-physiologisch überhaupt möglich oder wahrscheinlich wäre.

Auf viererlei Weise könnte Farbstoff aus den Wandungen in das Innere des Eileiters gelangen:

1) aus Drüsen,
2) aus dem Cylinderepithel,
3) aus dem Stützgewebe und
4) direkt aus den Blutcapillaren.

Hiervon muss der letztere Punkt schon von vornherein fortfallen; denn ein direktes Austreten aus den Capillaren auf das Ei ist hier schon deshalb unmöglich, weil diese gar nicht in das Innere des Eileiters hineinreichen, sondern noch erst durch das Cylinderepithel, welches den ganzen Eileiter von der Tuba bis zur Kloake im Innern gleichmässig überzieht, abgeschlossen sind. Es sind daher ohne Weiteres alle Vermuthungen als histologisch-physiologisch unmöglich zurückzuweisen, welche ein Ausschwitzen, Austreten, Transsudiren, oder wie man es sonst nennen mag, von Blut oder Blutfarbstoff, unzersetzt oder zersetzt, auf die Eischale direkt aus den Capillaren zum Gegenstand haben. Mit der Menstruation kann

die Färbung durchaus nicht verglichen werden, weil diese Blutung auf einer Abstossung der Schleimhaut des Uterus, einem Zerreissen und Blosslegen der Capillaren beruht, also auf Vorgängen, die beim Vogel gar nicht eintreten.

Was nun ferner das indirekte Austreten des Farbstoffes aus den Capillaren vermittelst des Stützgewebes anbetrifft, so ist dies physiologisch zwar nicht unmöglich, aber doch höchst unwahrscheinlich. Aus welchem Grunde sollte von den Capillaren eine Abgabe der im Blute bereits praeformirten Eischalenfarbstoffe in einem so drüsen- und epithelreichen Organe, anstatt an diese, an das Stützgewebe erfolgen?

Und sollte man etwa annehmen, dass unversehrtes Blut aus den Capillaren in das Stützgewebe überträte und dort durch Zersetzung seiner Bestandtheile die Eischalenfarbstoffe erzeugte, ähnlich wie beim Menschen in pathologischen Fällen (z. B. Quetschungen, Gehirnschlag) sich aus dem Blutfarbstoff das Hämatoidin bildet, so muss ich dagegen geltend machen, dass in gesunden Verhältnissen bei Menschen und Thieren niemals Blut aus den Gefässen in das benachbarte Stützgewebe oder zwischen resp. durch die Interzellularsubstanz eines angrenzenden Epithels tritt. Und der Vorgang der Kalkschalenbildung ist doch wahrhaftig keine Krankheit!

Die grösste Möglichkeit haben die Drüsen und das Epithel des Eileiters für sich, indem dieselben aus den an sie herantretenden Capillaren Bestandtheile des Blutes aufnähmen und alsdann in Eischalenfarbstoffe umwandelten.

Von den Drüsen könnten es die Kalkalbuminate absondernden des Uterus sein, wie verschiedene Autoren annehmen, oder, wie Kutter glaubt, die Eiweissdrüsen des oberen Eileiters oder endlich besondere Farbstoffdrüsen, entweder im Uterus oder im oberen Eileiter.

Physiologisch kommen hier nur besondere Farbstoffdrüsen in Betracht. Denn die eine bestimmte Funktion ihrer Drüse bewirkenden Secretionszellen haben eben nur diese eine Funktion; sie können nicht nebenbei auch noch eine andere Thätigkeit ausüben. Wenn die Secretionszellen die Bestimmung vom Organismus zugetheilt bekommen haben, aus dem Blute des Vogels das Eiweiss zu bilden, so sondert die Drüse nur Eiweiss ab, und ihre Zellen besitzen nicht zugleich die Fähigkeit, auch noch Blutfarbstoff irgendwie zu metamorphosiren. Und namentlich funktionirt eine Drüse nicht derart, dass sie zuerst aus dem Blute die Stoffe zur Bildung des Eiweisses aufsaugt und

nachträglich erst diejenigen für den Farbstoff. Genau dasselbe gilt auch von den Uterindrüsen. Die Kalkalbuminate absondernden sind nur hierzu befähigt und bilden nicht hinterher auch noch einen Farbstoff. Dies müsste man aber bei ihnen annehmen, wollte man sie für die Quelle der Farbstoffe halten; denn thatsächlich sind bei fast allen gefärbten Eiern die untersten Schichten der Kalkschale ohne jeden Farbstoff. Es bliebe also nur übrig, falls der Farbstoff der Eier in Drüsen des Uterus oder des oberen Eileiters zur Bildung und Absonderung käme, diese in besonderen Farbstoffdrüsen zu suchen.

Eine Erzeugung des Farbstoffes vermittelst des Eileiterepithels hat physiologisch sehr wenig Wahrscheinlichkeit für sich. In diesem Falle könnte die Ausscheidung dann aber auch im alleroberstenn drüsenlosen Eileitertheile, in der Tuba, erfolgen, da das Epithel bis zu den äussersten Rändern derselben als innere Auskleidung hinaufreicht. —

Ganz abgesehen nun von der Möglichkeit oder grösseren oder kleineren Wahrscheinlichkeit der Farbstoffausscheidung im Eileiter, habe ich auf das sorgfältigste histologisch die Wandungen der schwangeren Eileiter der genannten Vögel untersucht und weder im Stützgewebe noch in den Drüsen und dem Epithel, von der Vagina bis zu den äussersten Rändern der Tuba, eine Spur von irgend einem Farbstoffe vorgefunden.

Dies hätte aber unbedingt der Fall sein müssen, wenn Farbstoff an irgend einer Stelle aus den Eileiterwandungen ausgeschieden würde. Bei sämmtlichen Vögeln befanden sich die Eier bereits in der Schalenbildung, standen also ganz kurz vor der Färbung, und es hätte somit irgendwo in den Wandungen bereits Farbstoff angetroffen werden müssen. Denn mag dieser im Stützgewebe oder in Drüsen oder Epithelzellen gebildet werden, oder auch als im Blute praeformirt nur seinen Weg durch dieselben nehmen, in allen Fällen ist Zeit dazu erforderlich, namentlich im oberen Eileiter und in der Tuba, von woher noch erst der Weg zum Uterus zurückgelegt werden muss. Es kann also der Farbstoff nicht plötzlich von den Blutgefässen auf das Ei gelangen, und daher muss er sich kurz vor der Färbung in grösserer oder geringerer Menge bereits in den Geweben der Eileiterwandungen vorfinden.

Ist dies nicht der Fall, wie bei den von mir untersuchten schwangeren Eileitern, so folgt daraus mit Bestimmtheit, dass bei den betreffenden Vögeln im Eileiter überhaupt kein Farbstoff ausgeschieden wird.

B. Positive Untersuchungsresultate.

So werthvoll nun auch für mich solche negative Untersuchungsergebnisse waren, so konnten sie doch nicht ausreichen, das Räthsel der Eifärbung vollständig zu lösen. Es bedurfte noch unbedingt des wirklichen, greifbaren Auffindens eines bräunlichen sowohl, wie eines grünlichen Farbstoffes im Eileiter während und kurz vor der Auflagerung auf das Ei.

Ganz besonders geeignet für diese Untersuchungen ist nun ein Vogel, dessen Eier erstens sehr stark gefärbt sind und zweitens sowohl bräunlichen als auch grünlichen Farbstoff und zwar in ziemlich gleicher Menge enthalten. Beiden Bedingungen wird am Eie der Krähe (Corvus corone) entsprochen, weshalb mein eifrigstes Bemühen gerade auf die Erlangung solcher Vögel gerichtet war.

Nach vielen vergeblichen Sectionen an Exemplaren, welche ich theils selbst erlegt, theils von befreundeter Seite erhalten hatte, gelang es mir im Frühjahre 1884 ein spät Abends auf dem Neste geschossenes Krähenweibchen zu bekommen, dessen Eileiter sich gerade in dem erwünschten Stadium der Schwangerschaft befand.

Ein mit einer festen Kalkschale im Uterus befindliches Ei zeigte zwar eine normale Färbung, doch war im mittleren Eileiter (im sog. Isthmus) noch eine beträchtliche Menge Farbstoff vorhanden. Die nähere mikroskopische Untersuchung dieser schmutzig grün aussehenden Substanz ergab ein Gemisch von hellgrünen und rothbraunen Farbstoffpartikelchen, von denen die letzteren zu kleinen Klümpchen zusammengeballt waren. Die Farbstoffe befanden sich locker im Eileiterrohre, und es war in den Drüsen, dem Stützgewebe und dem epithelialen Belage des ganzen Eileiters, von der Tuba bis zur Vagina, auch nicht eine Spur davon zu entdecken.

Was ging nun aus diesem Sectionsbefunde hervor?

1) Sowohl der rothbraune als auch der hellgrüne Farbstoff des Kräheneies werden keinesfalls im Uterus ausgeschieden, da sie schon an viel höherer Stelle im Eileiter vorgefunden wurden.

Die Möglichkeit, dass der Farbstoff vom Uterus aus durch etwa im Todeskampfe durch Krämpfe erzeugte antiperistaltische Bewegungen des Eileiters nach oben gedrückt wäre, kann hier durchaus nicht angenommen werden. Denn um winzige Farbstofftheilchen, die auch nicht den geringsten Druck auf die Wandungen des Eileiters auszuüben im Stande sind, nach oben zu treiben, dazu müssten antiperistaltische Bewegungen schon sehr lange Zeit hindurch einwirken, was hier ja natürlich vollständig ausgeschlossen ist.

2) Es gelangen bei der Krähe der grüne und der braune Farbstoff miteinander vermischt als Fleckenfarbe zum Eie.

3) Da, wie vorhin angegeben, die histologische Untersuchung zweier anderer schwangerer Kräheneileiter, deren Ei sich in einem etwas früheren Entwicklungsstadium, im Anfange der Schalenbildung, befand, die Ausscheidung des Farbstoffes in den Eileitertheilen oberhalb des Uterus vollständig ausschliesst, so bleibt nichts anderes übrig als die Schlussfolgerung, dass sowohl der rothbraune als auch der hellgrüne Eischalenfarbstoff der Krähe am Eierstocke ausgeschieden werden.

Wenn nun auch durch den farbstoffhaltigen Kräheneileiter bewiesen war, dass ein brauner Eischalenfarbstoff am Eierstocke ausgeschieden wird, so war es doch immerhin noch möglich, dass zwar ein brauner Farbstoff bei der Krähe und verwandten Vögeln, wo er in der Fleckenfarbe mit grünem vermischt ist, sich so verhält, dass aber der braune Farbstoff des nur braun gefärbten Eies des Thurmfalken (Falco tinnunculus) und verwandter Vögel, welcher mit dem der Krähe vielleicht nicht identisch ist, sich anders verhält.

Die Annahme einer solchen Möglichkeit war dadurch berechtigt, dass Kutter auf Grund seines Sectionsbefundes geradezu behauptet, dass der braune Farbstoff des Thurmfalken in den Eiweissdrüsen des oberen Eileiters gebildet und abgesondert wird. Es war daher für mich unerlässlich, entweder zur Widerlegung oder zur Bestätigung der Kutter'schen Angaben einen farbstoffhaltigen Eileiter eines Thurmfalken selbst oder eines ihm nahe verwandten, ebenso gefärbte Eier legenden Falken zu untersuchen.

Trotz aller Bemühungen gelang mir dies erst vier Jahre später, im Sommer 1888, und zwar, was mir natürlich am allerliebsten war, ebenfalls bei einem Thurmfalken.

Im Uterus dieses Vogels befand sich ein noch nicht vollständig entwickeltes Ei, dessen Kalkschale aber bereits ziemlich fest war. Dieselbe war noch weiss bis auf einige rothbraune Fleckchen an dem nach oben liegenden Ende. Vom Eie aufwärts bis zu den äussersten Rändern der Tuba war der Eileiter derart mit einem rothbraunen Farbstoff besetzt, dass dieser sogar durch die Eileiterwandungen von aussen deutlich sichtbar war. In der Nähe des Eies hatte sich der Farbstoff zu platten Klümpchen von verschiedener Grösse, bis 1 Mm., zusammengeballt, welche in jeder Beziehung den auf der Eischale bereits befindlichen Fleckchen entsprachen. Je höher

den Eileiter hinauf, desto kleiner wurden diese Klümpchen, bis sie schliesslich in dem obersten Theile der Tuba mit freiem Auge nicht mehr als einzelne Partikelchen zu erkennen waren, sondern nur noch einen feinen farbigen Ueberzug der Schleimhaut bildeten. Der Farbstoff befand sich ganz locker im Eileiterrohre, und es war in den Drüsen, dem epithelialen Belage und dem Stützgewebe der Eileiterwandungen, von den äussersten Rändern der Tuba bis zur Kloake, auch nicht das Geringste davon vorhanden. —

Vergleiche ich nun meinen Sectionsbefund mit demjenigen Kutter's, so finde ich insofern einen kleinen Unterschied, als bei meinem Thurmfalken der Farbstoff höher den Eileiter hinauf reicht, und dementsprechend das Ei noch nicht so zahlreiche Flecken aufweist als in dem Kutter'schen Falle, wo offenbar ein etwas späteres Entwicklungsstadium vorliegt. Im Uebrigen sind unsere Befunde ganz die gleichen; nur decken sich die Schlüsse, welche Kutter daraus zieht, durchaus nicht mit den meinigen.

Dieser Unterschied liegt aber einzig und allein in der irrthümlichen Annahme Kutter's, dass die Farbstoffpartikelchen im oberen Eileiter an den Schleimhautfalten festgehaftet hätten, weil „ein Versuch dieselben durch Darüberführen eines stumpfen Scalpells zu verwischen, nur theilweise gelang". Aus diesem vermeintlichen Festhaften schliesst Kutter dann, „dass die kleinen Farbstofftheilchen aus feinen Oeffnungen der Schleimhaut (offenbar den Uterindrüsenmündungen), die in Abständen von etwa 0,5 bis 1,0 Mm. nebeneinanderliegen, hervorquellen".

Wie Kutter eigentlich zu dieser falschen Deutung kommt, ist mir völlig räthselhaft. Denn bei mir lagen überall im ganzen Eileiter die Farbstoffpartikelchen so lose auf den Schleimhautfalten, dass sie sich durch die leiseste Berührung hin und her schieben liessen; sie schwammen eben in der geringen im Eileiter stets vorhandenen Feuchtigkeit. Wenn daher Kutter, wie es doch scheint, den Eileiter in ganz frischem Zustande untersucht hat, so muss es dort gerade so gewesen sein.

Aber ganz abgesehen hiervon kann der Farbstoff unmöglich aus den Drüsen des oberen Eileiters (den Eiweissdrüsen) hervorgequollen sein aus dem einfachen Grunde, weil er sich bei meinem Falken bereits in der Tuba vorfindet, deren Wandungen gar keine Drüsen besitzen.

Da ferner eine Absonderung des Farbstoffes vom Epithel der Tuba, die ja an und für sich schon sehr unwahrscheinlich ist, des-

wegen nicht angenommen werden kann, weil bei dem noch sehr frühen Entwicklungsstadium meines Eileiters sich in dem Tubenepithel unbedingt wenigstens noch Spuren des Farbstoffes hätten vorfinden müssen, so bleibt nichts anderes übrig, als eine Betheiligung des Eileiters an der Bildung und Ausscheidung des rothbraunen Farbstoffes beim Thurmfalken als ausgeschlossen zu betrachten und den Ursprung desselben am Eierstocke zu suchen.

Während ich Jahre lang auf den Thurmfalkeneileiter wartete, erhielt ich inzwischen noch einige andere werthvolle farbstoffhaltige Eileiter.

Ein Feldhuhn (Perdix cinerea) war durch Fliegen gegen einen Telegraphendraht verunglückt. In seinem Uterus befand sich ein fast vollständig fertiges Ei mit fester Kalkschale, welche gleichmässig hellblau gefärbt war. Vom Uterus aufwärts bis zum Tubeneingang war der Eileiter inwendig stark gelbbraun gefärbt, sowohl die Schleimhautfalten, als namentlich die zwischen denselben vorhandene geringe Flüssigkeit. Der Farbstoff war so fein gleichmässig vertheilt, dass mit freiem Auge auch nicht ein einziges Theilchen desselben zu erkennen war. Es hatte also gar keine Zusammenballung seiner kleinsten Partikelchen stattgefunden.

In dem Epithel der Tuba war nichts von dem Farbstoffe zu finden, und so kann auch hier nur angenommen werden, dass der Ursprung dieses gelbbraunen Farbstoffes höher als im Eileiter, also am Eierstocke liegt.

Zugleich sehen wir aus diesem Sectionsbefunde, dass beim Feldhuhnei zuerst eine ausschliessliche Blaufärbung stattfindet, auf welche sich dann ganz kurz vor Vollendung der Schale eine gelbbraune Fleckenfarbe gleichmässig ausbreitet und dadurch den dem Eie eigenthümlichen Farbenton erzeugt. —

Der Uterus eines Buchfinken (Fringilla coelebs) enthielt ein Ei mit ziemlich fester Kalkschale, welche einen schwachen bläulichen Ton zeigte, noch ohne Fleckenzeichnung. Im ganzen oberen Eileiter befand sich eine Menge rothbraunen Farbstoffes, welcher am Eingange der Tuba noch in feinvertheiltem Zustande, doch je näher zum Uterus, desto stärker in kleinen Klümpchen von verschiedener Grösse und Gestalt zusammengeballt war, von denen einige bis zu 0,5 Mm. massen.

So wie bei dem vorhin erwähnten Buchfinkeneileiter, wo das Ei erst im Anfange der Schalenbildung stand, sich in den Wandungs-

geweben des Eileiters keine Spur eines Farbstoffes vorfand, so war es auch hier der Fall. Es kann also der rothbraune Farbstoff nicht in der Tuba zur Ausscheidung gelangt sein, sondern nur am Eierstocke. —

Auch bei einer Schwarzplatte (Sylvia atricapilla), deren Ei beinahe ausgefärbt war, fand ich im mittleren und oberen Eileiter ganz vereinzelt kleine Klümpchen von rothbraunem Farbstoff. —

Am interessantesten war mir aber ein Eileiter von einer Nachtschwalbe (Caprimulgus Europaeus). Die Kalkschale des Eies war noch ohne Fleckenzeichnung. Dagegen enthielt der ganze Eileiter oberhalb des Uterus eine reichliche Menge rothbraunen Farbstoffes. In der oberen Tuba war derselbe noch fein vertheilt, je mehr aber nach unten, desto stärker hatte er sich zusammengeballt und mit der im Eileiterrohre vorhandenen Colloidsubstanz zu Reihen und verschlungenen Strichfiguren angehäuft.

Die mikroskopishe Untersuchung der Eileiterwandungen auf Farbstoff ergab, wie bei den vorigen Vögeln, ein negatives Resultat, so dass auch hier nur der Eierstock als Ausscheidungsort übrig bleibt.

Das Werthvollste an diesem Sectionsbefunde war mir jedoch der hierdurch erbrachte Beweis, dass die so eigenthümliche Fleckenzeichnung des Nachtschwalbeneies zurückzuführen ist auf die Art der mechanischen Anhäufung der den Eileiter hinunterwandernden kleinsten Farbstofftheilchen.

Fasse ich nun alle negativen und positiven Untersuchungsresultate zusammen, so gelange ich zu der bestimmten Schlussfolgerung, dass der grüne und der braune Farbstoff der Vogeleier an ein und derselben Stelle im Organismus des Vogels und zwar einzig und allein am Eierstocke, einige Zeit nach der Abstossung des Eies, in die Tuba des Eileiters hinein ausgeschieden werden.

Diesem gleichen Verhalten der beiden weitverbreiteten, von den meisten Autoren als völlig von einander abweichend und sich gewissermassen gegenüberstehend betrachteten Gruppen des grünlichen und des bräunlichen Eischalenfarbstoffes werden wohl ohne Zweifel die übrigen sich anschliessen, da auch nicht der geringste Grund für ein abweichendes Verhalten derselben zu finden ist.

VII.

Wieviel Eischalenfarbstoffe giebt es?

Ueber die eine so grosse Farbenmannigfaltigkeit erzeugenden einzelnen Eischalenfarbstoffe liegen vier Specialabhandlungen vor. von Wicke, Sorby, Liebermann und Krukenberg, welche theils auf chemischanalytischen, theils auf spectralanalytischen Untersuchungen beruhen.

Sämmtliche Untersuchungen sind ausschliesslich an Schalen gelegter Eier vorgenommen.

Ich gebe in Folgendem die von den Autoren angewandten Methoden der Isolirung des Farbstoffes aus der Eischale wieder. in Verbindung mit einer Aufzählung der bisher aufgefundenen einzelnen farbigen Substanzen, wobei ich jedoch, der meiner heutigen Abhandlung von vornherein gesetzten Abgrenzung entsprechend, auf die zur Erkennung und Unterscheidung derselben angestellten chemischanalytischen und spectralanalytischen Untersuchungen nicht näher eingehe.

WICKE.

Wicke will alle Farbstoffe in den Eiern auf zwei zurückführen. wovon der eine braun, der andere grün ist, welche Farben aber mannigfach nuancirt auftreten, so dass das Grün ins Blaue verlaufen und das Braun so hell sein kann, dass es gelb erscheint, u. s. w. Manche Farben findet er von so unbestimmter Natur, dass er sie als hervorgegangen aus einer Mischung beider Farbstoffe ansehen möchte.

Im natürlichen Zustande fand Wicke beide Farbstoffe in Wasser und Alkohol unlöslich, doch liessen sie sich durch Behandlung der Eier mit verdünnter Salzsäure in Form einer schlüpfrigen, schleimartigen Substanz isoliren, die unter dem Mikroskop betrachtet ein unbestimmt körniges Gerinnsel, ähnlich dem Chlorophyll in den Blättern, ergab.

Um die Farbstoffe von dem nach der Entkalkung zurückbleibenden organischen Gerüst der Eischale zu trennen, wandte er folgendes Isolirungsverfahren an. Eine ziemliche Quantität der gröblich zerkleinerten Eischalen wurde mit verdünnter Salzsäure so lange bei gelinder Wärme digerirt, bis aller Kalk gelöst war. Zurück blieb die Schalenhaut und auf dieser lose haftend der Farbstoff. Die Flüssigkeit wurde durch Leinwand colirt, der Rückstand einige Male mit Wasser nachgewaschen und durch Ausringen noch weiter von der anhängenden Salzlösung befreit.

Darauf wurde in einem Digerirglase mit Alkohol zum Sieden erhitzt und filtrirt. Schon in der Kälte löste sich wenigstens theilweise der Farbstoff in dem Alkohol auf, vollständig beim Sieden.

Die alkoholische Lösung wurde in einem Porzellanschälchen auf dem Wasserbade abgedunstet, und es blieb als Rückstand eine amorphe Masse, welche beim Rothschwänzchen (Sylvia phoenicurus) und der Drossel (Turdus musicus) türkisblau, bei der Krähe (corvus corone) grasgrün und beim Thurmfalken (Falco tinnunculus) bräunlich gefärbt war.

Mit diesen Rückständen stellte Wicke chemischanalytische Untersuchungen an, welche ihn nur zwei verschiedene Farbstoffe erkennen liessen, die er nach ihren Reactionen für den braunen und den grünen Gallenfarbstoff (Bilirubin und Biliverdin) hielt.

SORBY.

Sorby war der erste, welcher die Farbstoffe der Vogeleischalen vermittelst der Spectralanalyse untersuchte. Er glaubt durch Anwendung dieser Methode, mit welcher er bei Pflanzen so grosse Erfolge erzielt, gefunden zu haben, dass das scheinbare Durcheinander in der fast endlosen Verschiedenheit der Farben der Vogeleier einfach einer Veränderung in dem relativen und dem gesammten Betrage einer begrenzten Zahl bestimmter und wohlgekennzeichneter Substanzen zuzuschreiben ist.

Isolirungsmethode:

Um die Eierfarben zur Untersuchung in Lösung zu bringen, behandelte Sorby die gefärbten Eierschalen behufs Entfernung des kohlensauren Kalkes mit verdünnter Salzsäure, bis kein Aufbrausen mehr stattfand.

Nach Filtrirung der Flüssigkeit und Auswaschen des Rückstandes mit Wasser war der Farbstoff theils bereits in dem Filtrate in Lösung übergegangen und zur Untersuchung unbrauchbar, theils haftete er noch auf dem Filter an der organischen Gerüstemasse der zerstörten Eischale.

In diesen Rückständen von den verschiedenartigsten Eiern erwies sich der Farbstoff von sehr verschiedener Löslichkeit. Brachte man das durch Ausdrücken vom Wasser möglichst befreite Filter in absoluten Alkohol, so löste sich gewöhnlich eine beträchtliche Menge der Farbe darin auf; aber ein Theil blieb noch ungelöst. Hiervon war mitunter etwas in Alkohol löslich, welcher freie Essigsäure enthielt; aber oft blieb noch recht viel zurück, bis der Rückstand mit Alkohol behandelt wurde, der Salzsäure enthielt. Zuweilen genügte

auch das nicht, um alles zu lösen, sogar wenn man einige Stunden erhitzte.

Alle diese verschiedenen Rückstände untersuchte Sorby getrennt von einander, weil sie gewöhnlich stofflich sehr verschieden waren. Und da starke freie Säure verschiedene Farbstoffe rasch zersetzte, hielt er es in manchen Fällen für zweckmässiger, den kohlensauren Kalk von der Schale vermittelst Essigsäure zu trennen, wodurch dann aber die Farbstoffe viel weniger leicht durch Alkohol aus dem Rückstande gelöst wurden.

Sieben verschiedene Farbstoffe unterscheidet Sorby in den Eierfarben:

1) Oorhodeine.

Diesen braunrothen Farbstoff hat Sorby als den wichtigsten und interessantesten kennen gelernt, nicht allein weil er eine Reihe der interessantesten Spectra liefert, welche von so wohlmarkirtem Character sind, dass auch eine sehr geringe Menge ohne Schwierigkeit erkannt werden kann, selbst wenn sie mit einer verhältnissmässig grossen Menge gefärbter Unreinigkeiten vermengt ist, sondern auch weil er in geringerer oder reicherer Menge in den Schalen so vieler Eier vorkommt, dass seine vollständige Abwesenheit eine Ausnahme ist.

In völlig neutralem Zustande ist er in Alkohol fast unlöslich, so dass, wenn der gewaschene Schalenrückstand in kaltem absolutem Alkohol digerirt wird, sich sehr wenig löst, bis man eine Spur Salzsäure zufügt. Wenn man diese Lösung bei gelinder Hitze zur Trockenheit verdampft und sie dann noch einmal mit absolutem Alkohol behandelt, so löst sich ein beträchtlicher Theil auf, wahrscheinlich, weil eine Spur Säure daran haftet. Wenn aber dann ein geringer Ueberschuss von Ammoniak zugegeben wird, und man die Lösung nochmals zur Trockenheit verdampft, so ist der neutrale Rückstand in Alkohol ganz und gar unlöslich. Vermöge dieser Eigenthümlichkeiten kann Oorhodeine von den meisten anderen Farbstoffen getrennt und annähernd rein erhalten werden.

2) Oocyan.

Das Oocyan fand Sorby in den meisten Fällen in neutralem Alkohol leicht löslich, und kann es so von Oorhodeine getrennt werden. Es ist indessen oft mit gelben Stoffen verbunden, welche nicht leicht entfernt werden können; deshalb ist die Lösung meist von etwas grünblauer Farbe. In manchen Fällen wird die gelbe Beimischung leicht zersetzt durch die Wirkung des Lichtes oder durch schwach oxydirende Reagentien, so dass man auf diese Weise

die eigentliche Farbe und das Spectrum des Oocyans selbst bestimmen kann.

In Alkohol gelöst ist es von sehr feiner blauer Farbe, und das Spectrum entspricht einem blauen Farbstoffe.

3) Banded-Oocyan.

Der Farbstoff, welchen Sorby Banded-Oocyan nennt, ist auch von feiner blauer Farbe, aber verschieden von der vorigen Art, indem er ein etwas anderes Spectrum liefert.

Er ist auch weit weniger in neutralem Alkohol löslich, so dass er in dem Schalenrückstand zurückbleibt, wenn dieser kurze Zeit in kaltem neutralem Alkohol digerirt worden ist. Er kann alsdann in Alkohol aufgelöst werden, dem man eine Spur Salzsäure zugesetzt hat.

4) Yellow-Ooxanthine.

Diese Substanz erhielt Sorby am besten von ziemlich frischen Emueiern, welche von malachitgrüner Farbe sind, die aus einer Mischung von Yellow-Ooxanthine mit Oocyan entsteht.

Wenn man den kohlensauren Kalk mit mässig starker Salzsäure vollständig auflöst, dann ist der Rückstand von tief grünblauer Farbe, indem ein grosser Theil des Ooxanthine durch die Wirkung der Säure zersetzt ist. Wenn dagegen der kohlensaure Kalk durch Essigsäure aufgelöst wird, geht fast alles Oocyan verloren, und es wird ein durch gelbes Ooxanthine gelb gefärbter Rückstand gewonnen, in welchem das Ooxanthine jedoch so fest mit der dicken zähen Membran verbunden ist, dass man es fast gar nicht mit Alkohol daraus auflösen kann. Diese gelbe Schicht giebt leicht einen Theil ihrer Farbe an neutralen Alkohol ab und eine weitere Menge an Alkohol, der etwas Essigsäure enthält.

Diese Lösungen sind von klarer gelber Farbe, und das Spectrum entspricht einem hellgelben Farbstoffe.

5) Rufous-Ooxanthine.

Den von ihm Rufous-Ooxanthine genannten Farbstoff hat Sorby noch in keinen anderen Eiern nachweisen können, als in denen der verschiedenen Arten von Tinamus. Speciell untersucht hat er ihn bei den Eiern von Rhynchotus rufescens, wo er mit viel Oocyan verbunden vorkommt.

Spectroskopisch erweist sich der Farbstoff als ein rother. Gemischt mit Oocyan lässt er daher die eigenthümliche Bleifarbe der Eier des rothen Tinamus entstehen und nicht ein Grün, gleich dem der frischen Eier des Emu.

6) Substance giving narrow absorption-bands in the red.

Einen gewissen Farbstoff hat Sorby noch nicht in genügender Menge, oder genügend frei von anderen Stoffen erhalten, um entscheiden zu können, ob seine wahre Farbe blau, grün oder braun ist. Allein die Thatsache, dass er ein Spectrum mit verschiedenen schmalen Absorptionsbändern in Roth liefert, zeigt sicher an, dass er mit anderen Eierfarbstoffen vermischt eine abnorme braune Färbung verursachen muss.

Geringe Mengen davon kommen in sehr vielen Eiern vor, jedoch hat Sorby ihn noch nicht so reichlich vorgefunden, dass er eine andere Wirkung auf die allgemeine Färbung ausgeübt hätte, als sie etwas abzustumpfen.

7) Lichnoxanthine.

Einen für Flechten und Pilze besonders charakteristischen, aber auch in fast allen Pflanzenclassen mehr oder weniger vertretenen Farbstoff hat Sorby Lichnoxanthine genannt. Aus Harzen hat derselbe künstlich hergestellt werden können.

Sorby nimmt nun an, dass ein solcher Farbstoff in geringer Menge in sehr vielen Arten von Vogeleiern vorhanden ist und zwar gewöhnlich gerade so viel, dass die allgemeine Farbe dadurch nicht unwesentlich beeinflusst wird.

In gewissem Umfange möge er zufällig von verfaulten Pflanzenstoffen des Nestes herrühren, oder bei lange aufbewahrten Eiern seine Entstehung kleinen Pilzen verdanken, aber zudem, meint Sorby, sei ein dem Lichnoxanthine sehr nahe verwandter, wenn nicht mit ihm identischer, orangefarbiger Stoff thatsächlich ein regelmässiger Bestandtheil der Schale von Eiern, welche eine ziegelrothe Farbe haben.

LIEBERMANN.

Liebermann war die drei Jahre vorher veröffentlichte Abhandlung Sorby's nicht bekannt, und auch von den Wicke'schen Untersuchungen erhielt er erst Kenntniss nach Feststellung seiner eigenen Untersuchungsresultate.

Den an der obersten Schicht der Vogeleier oft in mehreren Lagen übereinander liegenden Farbstoff isolirte Liebermann auf folgende Weise. Er betupfte die Eischalen mit wässriger Salzsäure, wodurch sich auf den Blasen der entweichenden Kohlensäure der Farbstoff in Flocken ausschied. Diese waren nicht allein bei blauen und grünen, sondern auch bei den ganz andersfarbigen, namentlich den bräunlich gefärbten Eiern, meist mehr oder weniger grün gefärbt.

Wurden die Eier, nachdem die Salzsäure genügend gewirkt, mit wenig Alkohol abgespült, so erhielt er oft schöne Lösungen mit verhältnissmässig starker Färbung. Seltener rein himmelblaue (Turdus musicus, Sturnus vulgaris, Sylvia phoenicurus, Ardea argentea) oder grüne (Corvus corone) ohne Fluorescenz, sehr häufig blaugrüne mit kräftiger blutrother Fluorescenz (Larus canus und ridibundus, Sterna hirundo, Scolopax, Haematopus, Tringa), in den wenigsten Fällen sehr schwach röthlich gefärbte, fluorescirende, meist mit einem schwachen Stich ins Grünliche (Falco tinnunculus, Sylvia hypolais, Tetrao islandicus und coturnix, Fulica atra u. A.).

Nur bei Kibitz- und Möveneiern konnte Liebermann eine grössere Zahl Eierschalen zu dem Versuch, den Farbstoff rein darzustellen, opfern, gelangte aber, trotz vieler Mühe und sehr reicher Farben der Lösungen, nur zu dunkelgrünen klebrigen Massen, an welchen weitere Reinigungsversuche scheiterten. Er musste sich daher begnügen, nur die gefärbten Lösungen zu untersuchen.

Seine Resultate gingen, trotz sorgfältiger spectralanalytischer Untersuchungen, nicht viel über diejenigen Wicke's hinaus, indem auch er nur zwei verschiedene Farbstoffe erkannte, von denen er jedoch nur den blaugrünen für einen Gallenfarbstoff hielt, während er den Ursprung des rothbraunen nicht ermitteln konnte.

KRUKENBERG.

Krukenberg beschränkt sich in seiner Abhandlung hauptsächlich auf die Beschreibung derjenigen spectroskopischen Untersuchungen, die er zur Controlirung und Vergleichung der Resultate von Wicke, Sorby und Liebermann angestellt hat.

Er untersuchte die Farbstoffe in Lösungen, welche er sich nach den Sorby'schen Methoden aus den Eierschalen herstellte.

1) Oorhodein.

Den braunrothen Farbstoff Wicke's, Liebermann's und Sorby's, von letzterem Oorhodeine genannt, konnte Krukenberg in allen fleisch-, oliven- oder lederfarbigen, allen roth, braun oder schwarz punktirten, gesprenkelten und marmorirten, allen aschgrau gefleckten oder gekritzelten Eierschalen, so viele er deren auch untersuchte, nachweisen. Jedoch nur in seltenen Fällen, wie z. B. bei Opistocomus cristatus, Gallinula chloropus, Larus tridactylus, fand er ihn unvermischt mit blauem Farbstoff vor. Seine Verbreitung ist eine so grosse, dass er selbst in den meisten nur schwach bräunlichgelb gefärbten Eiern (Podiceps minor, Numida meleagris, Meleagris gallopavo) nicht fehlt.

2) Oocyan.

Der Meinung Sorby's, dass in der blauen Eierfarbe zwei blaue Farbstoffe (Oocyan und Banded-Oocyan) unterschieden werden könnten, kann Krukenberg nicht beistimmen. Er kann auf Grund specieller Untersuchungen nur das Vorhandensein eines einzigen blauen Farbstoffes annehmen, welchen er in allen blauen und grünen Eierschalen fand und ebenfalls in den meisten leder-, oliven- und rostfarbigen, wenn auch manchmal in so geringer Menge, dass er äusserlich nicht bemerkbar war.

3) Oochlorin und 4) Ooxanthin.

Den gelben und den rothen Farbstoff, welche Sorby entdeckte (Yellow-Ooxanthine und Rufous-Ooxanthine), fand auch Krukenberg und nannte sie Oochlorin und Ooxanthin.

Den ersteren erhielt er aus den gelbgrünen Eierschalen von Casuarius galeatus, indem er das daneben vorkommende Oocyan durch Behandlung der Schale mit starker Essigsäure zerstörte. Auch aus den Eierschalen von Dromaeus Novae Hollandiae lies er sich auf diese Weise herstellen.

Das Ooxanthin gewann er bei demselben Verfahren aus den Eiern von Crypturus perdicarius.

5) Ein rothbrauner Farbstoff eines Hühnereies.

Auch ein ziemlich gleichmässig rothbraun gefärbtes Hühnerei wurde von Krukenberg untersucht. Der Farbstoff, welcher nur an einzelnen Stellen in tiefere Schalenlagen hineinreichte, löste sich nach dem Entkalken der Schale nicht nur in dem salz- oder essigsauren Wasser, sondern auch in Alkohol und Chloroform.

Durch die spectroskopische Untersuchung erwies sich dieser Farbstoff als ein von den vorhin genannten verschiedener.

6) Bräunlichgelbe Farbstoffe.

Dem Oochlorin und Ooxanthin durch ihre bräunlichgelbe Färbung, durch ihre Unzerstörbarkeit aus den Eierschalen mittelst starker Essigsäure ähnlich fand Krukenberg die Pigmente in den Eierschalen mehrerer Hühner- und Podiceps-Arten. Alle diese Pigmente unterschieden sich aber dadurch bemerkenswerth von dem Oochlorin der Cursores wie von dem Ooxanthin der Crypturiden. dass dieselben auch in Essigsäure äusserst schwer löslich, in absolutem Alkohol, Chloroform etc. ganz unlöslich waren.

Ferner glaubt Krukenberg, dass in den Eierschalen von Coturnix dactylisonans, Numida meleagris, Meleagris gallopavo, vieler Charadriiden, Scolopaciden und Ardeïden höchst wahrscheinlich eben-

falls Farbstoffe dieser Classe das bräunlichgelbe Colorit bedingen, worüber aber eine volle Gewissheit wegen des gleichzeitigen Vorhandenseins von Oorhodein nicht zu erzielen ist. —

Ueber die anderen Farbstoffe, welcher Sorby in seiner Abhandlung gedenkt, welche er aber nur in seltenen Fällen oder so maskirt durch andere Farbstoffe in den Eierschalen vorfand, dass er über ihr Verhalten keine Gewissheit erzielen konnte, hat Krukenberg keine eigene Erfahrungen sammeln können.

Auch hat er sich vergebens bemüht, in den Schalen Zoofulvin, Coriosulfurin, Picofulvin wie Rhodophan nachzuweisen, welches negative Resultat ihn um so mehr überraschte, als das Gefieder der bei weitem grössten Mehrzahl der Vögel den Lipochromen seine Gelb-, Grün- und Rothfärbung ausschliesslich verdankt.

Wie verhalten sich zu diesen chemischanalytischen und spectralanalytischen Untersuchungsresultaten der vier Autoren die Ergebnisse meiner mikroskopischen Untersuchungen?

1) Ein rothbrauner Farbstoff.

Ein rothbrauner Farbstoff ist weit verbreitet, namentlich als Fleckenfarbe. Ich fand ihn im Eileiter der Krähe, des Thurmfalken, der Nachtschwalbe, des Buchfinken und der Schwarzplatte.

Mikroskopisch besteht er aus kleinen amorphen Partikelchen, welche kaum die Grösse eines tausendsten Theiles eines Millimeters erreichen.

2) Ein gelbbrauner Farbstoff.

Ein gelbbrauner Farbstoff aus dem Eileiter des Feldhuhns zeigt morphologisch grosse Aehnlichkeit mit dem rothbraunen. Seine amorphen Partikelchen sind von eben derselben Kleinheit.

3) Ein grasgrüner Farbstoff.

Ein grasgrüner Farbstoff befand sich im Eileiter der Krähe, wo ich ihn mit rothbraunem vermischt in seinem ursprünglichen Zustande abfangen konnte, morphologisch in sphaeroidalen Formen, in einfachen, zweifachen und mehrfachen Gebilden, welche in ihrer Grösse sehr variiren. Die einfachen Bildungen schwanken zwischen 5 und 30 Tausendstel eines Millimeters.

Die grüne Farbe dieser Sphaeroide erscheint unter dem Mikroskope sehr schwach und ist von so wenig beständiger Natur, dass die Praeparate, dem Sonnenlicht ausgesetzt, in kurzer Zeit erblassen, ohne dass sich jedoch die Gestalt der Sphaeroide dabei verändert.

4) Weisse Farbstoffe.

Gar Mancher mag sich wohl schon die Frage vorgelegt haben, warum die einen Vogeleier gefärbt, die andern ungefärbt sind und vergebens nach einer Lösung gesucht haben.

Nach meinen Untersuchungsresultaten löst sich dies Räthsel auf die allereinfachste Weise: Eier ohne Farbstoffe giebt es überhaupt nicht; die scheinbar ungefärbten enthalten weisse Farbstoffe.

Uebrigens muss ich hier darauf hinweisen, dass wirklich rein weisse Eier selten sind. Die meisten sogenannten weissen Eier besitzen irgend einen, wenn auch noch so schwachen Farbenton. Bei vielen kann man diesen bei auffallendem Lichte nicht wahrnehmen; er tritt aber bei durchfallendem deutlich hervor. Manche Eierschalen sind in den mittleren Schichten gefärbt, in den oberen dagegen nicht, so dass sie bei oberflächlicher Betrachtung ebenfalls weiss erscheinen.

Zu der Feststellung weisser Farbstoffe gelangte ich auf folgende Weise: Bei meinen mikroskopischen Untersuchungen an weisse Schalen gelegter Eier fand ich in Schalendünnschliffen, sowohl tangentialen als auch radialen, stets eine Anzahl kleiner Partikelchen, von denen ein Theil einer nachfolgenden Säurebehandlung widerstand. Dasselbe war auch der Fall bei Flächenpräparaten, welche so angefertigt wurden, dass ein Stückchen einer weissen Eischale mit oder ohne darunter befindliche Schalenhaut durch eine Säure entkalkt wurde.

Diese Partikelchen konnten nun keinesfalls auf Kalkverbindungen zurückgeführt werden, denn dann hätten sie unbedingt durch die Säure zerstört werden müssen. Früher waren mir dieselben völlig räthselhaft; seitdem ich aber wusste, dass die bunte Färbung der Eier einzig und allein auf die Anwesenheit bunter, fester Partikelchen zurückzuführen ist, lag mir die Vermuthung sehr nahe, dass ich weisse Substanzen vor mir hatte, welche den bunten Farbstoffen entsprechen.

Ich suchte nun auch diese weissen Stoffe in den Eileitern weisse Eier legender Vögel abzufangen, bevor sie auf das Ei gelangten. Hierbei stiess ich natürlich auf dieselben Schwierigkeiten, wie bei bunte Eier legenden Vögeln. Schliesslich gelang es mir doch bei Hühnern den Beweis für die Richtigkeit meiner Vermuthung zu erbringen. Zur Zeit desselben Entwicklungsstadiums des Eies, wo bei bunte Eier legenden Vögeln im Eileiter bunte Farbstoffe vorhan-

den sind, findet man bei weisse Eier legenden Hühnern an derselben Stelle bei sorgfältiger mikroskopischer Untersuchung der zwischen den Schleimhautfalten befindlichen geringen schleimigen Flüssigkeit auch weissen Farbstoff in Gestalt amorpher Körnchen von denselben enorm kleinen Dimensionen, wie die Partikelchen des rothbraunen Farbstoffes.

Dass dieser weisse Farbstoff auf dieselbe Quelle zurückzuführen ist, wie der bunte, kann gar keinem Zweifel unterliegen. Er reicht im Eileiter bis zu den äussersten Rändern der Tuba hinauf, findet sich nicht in den Drüsen, dem Stützgewebe oder dem epithelialen Belage des Eileiters, kann also, gerade so wie der bunte, nur am Eierstocke ausgeschieden sein.

Die Anwesenheit weissen Farbstoffes im Eileiter des Huhnes in Gestalt kleiner amorpher Körnchen entspricht auch ganz den mikroskopischen Befunden an der Hühnereischale. In den mittleren und namentlich den oberen Schichten der Kalkschale finden sich unzählige weisse, amorphe Körnchen von der angegebenen Kleinheit, ebenso in dem Oberhäutchen.

Das Vorkommen weisser Farbstoffe beschränkt sich aber keineswegs auf rein weisse Eier, sondern in geringerer oder grösserer Menge sind dieselben auch in allen gefärbten Eierschalen vorhanden. Alle Arten mikroskopischer Untersuchung lassen uns hier neben den bunten auch feste, weisse Partikelchen finden, die ihrer chemisch-physikalischen Beschaffenheit nach zweifellos den weissen Farbstoffen zuzuzählen sind. Je weniger stark die Eierschalen bunt gefärbt sind, desto grösser ist die Anzahl der weissen Partikelchen, woraus hervorgeht, dass die weissen Farbstoffe bei der Eifärbung zum grössten Theile den bunten entsprechen.

Von Gestalt sind die weissen Farbstoffpartikelchen, ebenso wie die bunten, verschieden. Wir finden am meisten amorphe Körnchen und Sphaeroide, aber auch ausgebildete Krystalle, namentlich in Nadelform. Diese verschiedenen Formen entsprechen nun unbedingt auch chemisch verschiedenen Stoffen, da ihre Ausscheidung an demselben Orte und unter denselben physiologischen Verhältnissen stattfand. Daher können wir, in vorläufiger Ermangelung anderer Beweise, schon hieraus mit Bestimmtheit auf das Vorkommen mehrerer verschiedener weisser Farbstoffe schliessen. Genaueres lässt sich hierüber erst dann feststellen, wenn bei einer Anzahl verschiedenartiger weisse Eier legender Vögel die weissen Farbstoffe im Eileiter abgefangen und dann in ihrem ursprünglichen Zustande

einer vergleichenden mikrochemischen Untersuchung unterworfen werden können, was mir hoffentlich im Laufe der Zeit wohl noch gelingen wird.

5) Noch andere bunte Farbstoffe.

Ueber noch andere bunte Farbstoffe, welche ich noch nicht im Eileiter eines Vogels abfangen konnte, sei hier folgendes gesagt:

Ein blauer Farbstoff ist weit verbreitet. SORBY unterschied deren zwei, Oocyan und Banded-Oocyan, welch letzteres er in geringer Menge im Singdrosselei (Turdus musicus) gefunden haben will. Es soll im Spectrum nach Zusatz von starker Salzsäure zwei Streifen erscheinen lassen, während beim Oocyan auch durch starke Salzsäure noch keine getrennte Bänder entständen.

KRUKENBERG bestreitet dies. Er beobachtete zwar das eine Salzsäureband (allerdings etwas anders gelagert) an alkoholischen Oocyanlösungen, welche aus den Eierschalen der allerverschiedenartigsten Vögel (Dromaeus, Casuarius, Crypturiden, Ardeïden, Lariden etc.) erhalten worden waren, vermisste dasselbe jedoch auch oft, ja selbst bei Extraction solcher Schalen, welche ihm bei früheren Versuchen Lösungen geliefert hatten, welche das Spectralband sehr wohl zeigten. Er hat gefunden, dass das unbestimmte Auftreten dieses Spectralstreifens mit dem Farbstoffgehalte der Flüssigkeit in Beziehung steht, dass möglichst concentrirte Lösungen das Band nach Salzsäurezusatz ständig zeigen.

Es scheint mir, dass KRUKENBERG in Betreff dieses Banded-Oocyans des Singdrosseleies Recht hat, womit ich aber durchaus nicht sagen will, dass nicht verschiedene blaue Farbstoffe vorhanden sein könnten. Im Gegentheil halte ich dies sogar für sehr wahrscheinlich. Hierüber lässt sich aber nur durch das Abfangen ihrer Partikelchen in ihrem ursprünglichen Zustande volle Gewissheit erzielen

Die spectralanalytische Untersuchung der durch Entkalkung der Eischale gewonnenen Farbstofflösungen ist hier keinesfalls ausreichend. Denn es ist sehr wohl möglich, dass mehrere zusammengesetzte Eischalenfarbstoffe ein und denselben blauen Bestandtheil gemeinsam führen. Durch den Entkalkungsprocess mittelst Säuren kann dieser farbige Bestandtheil aber sehr leicht frei werden. Alsdann wird man in den Spectra nicht mehr die ursprünglichen, verschiedenen Eischalenfarbstoffe vor sich haben, sondern stets ein und dieselbe blaue Substanz.

Auch chemischanalytisch kann in solchen Fällen nur ein und dieselbe Farbenreaction eintreten.

Was ich hier vom blauen Farbstoffe sage, gilt auch von jedem andern bunten.

Die mikroskopische Untersuchung der Eischale kann ebenfalls nur höchst zweifelhafte Resultate für die Erkennung und Unterscheidung der Farbstoffe liefern.

Ohne Anwendung von Säuren findet man bei scharfer Untersuchung in sämmtlichen bunten Eierschalen allerlei verschieden gestaltete, mikroskopischkleine farbige Körperchen, welche ohne Zweifel den Eischalenfarbstoffen angehören. Dieselben aber morphologisch genau zu erkennen und mit Bestimmtheit von einander zu unterscheiden, ist, so lange ihnen noch die Kalkalbuminate anhaften, selbst in den besten Eischalendünnschliffen rein unmöglich. Und was die Auflösung der Kalkalbuminate durch Säuren anbetrifft, so gelingt es im Allgemeinen nicht, die Farbstoffe in dem organischen Rückstande der Eischale in dem physikalischen Zustande zu erhalten, der ihnen ursprünglich eigen war.

In den meisten Fällen werden durch die Säureeinwirkung bei den Farbstoffen entweder die Farbe oder die Gestalt oder sogar beide verändert. Bei Anwendung bestimmter Säuren werden die einen Farbstoffe zerstört, andere gehen während der Entkalkung in Lösung über, noch andere färben den organischen Schalenrückstand. In allen drei Fällen ist die Gestalt bei einfachen Farbstoffen zerstört worden. Gesetzt aber auch den Fall, dass bei zusammengesetzten Farbstoffen der Gestaltträger nach der Entkalkung unversehrt zurückgeblieben und nur der farbige Bestandtheil zerstört oder extrahirt worden ist, so hat die mikroskopische Untersuchung doch keinen grossen Werth mehr; denn ein Gebilde (etwa ein Krystall) ohne bunte Farbe kann das von dem farbigen Theile verlassene Formgerüst irgend eines zusammengesetzten bunten Farbstoffes oder auch der Körper eines weissen Stoffes sein.

Ganz zu verwerfen ist übrigens dieses Entkalkungsverfahren zur mikroskopischen Untersuchung von Farbstoffgebilden in den Eierschalen doch nicht, denn es können für bestimmte Farbstoffe bestimmte Säuren in bestimmten Concentrationsgraden gefunden werden, welche diese verändernden Eigenschaften auf sie nicht ausüben. Bei einigen ist mir dies bereits gelungen. Um aber Schlüsse auf das Vorkommen oder Fehlen eines Farbstoffes in einem Ei daraus ziehen zu können, muss man jedenfalls vorher durch Abfangen des Farbstoffes im Eileiter, bevor er das Ei erreicht hat, den ursprünglichen, eigenthümlichen physikalischen Zustand seiner kleinsten Par-

tikelchen festgestellt haben, um sicher zu sein, dass man die in der organischen Reste der entkalkten Eischale zurückbleibenden Farbstofftheilchen auch in ihrer Ursprünglichkeit vor sich hat.

Den blauen Farbstoff untersuchten auch Wicke und Liebermann; doch wurde er von ihnen nicht richtig erkannt und von andern Farbstoffen unterschieden. Beide Autoren sprechen von blauen und grünen Lösungen, welche von diesem einen Farbstoffe ohne Vermischung mit anderen herrühren sollen. Sie haben bei manchen Eiern nicht erkannt, dass die grüne salzsaure alkoholische Lösung auf der Beimischung von rothbraunem Farbstoff beruht, welcher durch Salzsäure grün gefärbt wird. Wicke hat sogar die dunkelbraunen Flecken beim Kibitz (Vanellus cristatus), der Lumme (Uria lomvia und der Singdrossel (Turdus musicus), weil sie sich beim Behandeln der Eierschalen mit Salzsäure in grünen Schollen ablösten, für einen grünen, mit seinem blauen identischen Farbstoff gehalten.

Bei beiden Autoren ist infolge ihrer mangelhaften Isolirungsmethoden keine einzige Lösung des blauen Farbstoffes rein zur Untersuchung gelangt, sondern stets noch mehr oder minder vermischt mit braunen, gelben und andersfarbigen Stoffen. Daher kommt es auch, dass Wicke und Liebermann die grüne Lösung ihres Farbstoffes für die eigentliche ansehen, von der die blaugrünen und blauen nur besondere Nuancirungen seien.

Die ursprüngliche Farbe dieses Farbstoffes ist aber ein Blau; ein Grün kann er in der Eifärbung nur durch Vermischung mit andersfarbigen Stoffen erzeugen. —

Ein hellgelber Farbstoff (von Sorby Yellow-Ooxanthine, von Krukenberg Oochlorin genannt) ist in vielen Eiern vorhanden, namentlich bei den Straussen. Besonders reichlich fand ich ihn bei Dromaeus Novae Hollandiae. —

Auch das Vorkommen eines rothen Farbstoffes in Crypturideneiern (Sorby's Rufous-Ooxanthine, Krukenberg's Ooxanthin) konnte ich bestätigen an einem Ei von Crypturus meserythrus. —

In den ziegelrothen Eiern des südeuropaeischen Seidenrohrsängers (Cettia sericea) ist ein eigenthümlicher orangerother Farbstoff enthalten. Dass derselbe aber mit dem für Flechten und Pilze charakteristischen, von Sorby Lichnoxanthine genannten Pflanzenfarbstoffe identisch ist, möchte ich doch sehr bezweifeln. —

Derjenige Farbstoff, welcher nach Sorby's Angabe im Spectrum schmale Absorptionsbänder in Roth liefert, soll in den Eierschalen mit anderen Farbstoffen vermischt eine abnorme braune Farbe verursachen.

Wenn Sorby jedoch selbst nicht einmal angeben kann, ob er blau, grün oder braun ist, so wird für einen Andern wohl schwer zu errathen sein, was für ein Stoff damit gemeint ist. —

Ausser seinen sieben „spectroskopisch gut markirten Farbstoffen“ erwähnt Sorby auch noch gelegentlich eine schwarze Substanz in den Eierschalen einer schwarzen Spielart der Hausente, welche er nicht in Lösung bringen konnte. Sie schien ihm dem sog. Pigmentum nigrum zu entsprechen. Es blieb aber zweifelhaft, ob es ein einfacher Stoff oder eine Mischung war.

Solche schwarze Enteneier kommen in seltenen Fällen thatsächlich vor. Von zwei verschiedenen Züchtern wurden einige unserer „Zoologischen Section für Westfalen und Lippe“ zugesandt. Die Annahme Sorby's, dass dieser schwarze Farbstoff auf den Melanismus des Vogels zurückzuführen sei, ist aber irrig, denn die Eier der grossen schwarzen Ente sind gewöhnlich grün gefärbt. —

Bei der Hausente finden wir mitunter aber auch Eier von bräunlicher Farbe, welche nicht von feuchtem, faulem oder schmutzigem Nestmaterial herrührt, sondern auf einem echten Eischalenfarbstoffe beruht. Die Fähigkeit der Erzeugung dieser Färbung muss bei den betreffenden Individuen wohl eine dauernde sein, denn ich konnte bei einem Händler wiederholt solche Eier kaufen, die sämmtlich von demselben Züchter herstammten. —

Anders verhält es sich mit der bräunlichgelben Farbe der Haubentaucher (Podiceps), welche lediglich durch faulendes Nestmaterial hervorgerufen wird. —

Dagegen rührt die kaffeebraune gleichmässige Färbung bei den Seetauchern (Eudytes) von einem echten Eischalenfarbstoffe her, welcher von den vorhin genannten verschieden ist. —

Auch ist Kkrukenberg's Vermuthung zutreffend, dass in den Eierschalen von Meleagris, Numida, Coturnix, vieler Charadriiden, Scolopaciden und Ardeïden noch besondere bräunlichgelbe Farbstoffe enthalten seien. Die gleichmässig vertheilte bräunlichgelbe Färbung derselben rührt nicht von dem rothbraunen Farbstoff des Thurmfalkeneies her, der sich in den Flecken dieser Eier allerdings vorfindet. Es scheinen diese Farben einer Gruppe anzugehören, von welcher wir in der Deckfarbe des Feldhuhneies bereits einen Repräsentanten kennen gelernt haben. —

Was schliesslich den von Krukenberg erwähnten rothbraunen Farbstoff eines Hühnereies anbetrifft, so sind mir drei verschiedene Farben bei unseren sogenannten Riesenhühnern bekannt. Zunächst

die gelbbräunliche des echten Kochinchinahuhnes, dann die braunröthliche des Malaienhuhnes, des grössten der bekannten Hühner, und endlich die zwischen beiden etwa die Mitte haltende Eifarbe des Brahmaputrahuhnes, welches durch Kreuzung der beiden vorigen Arten gezüchtet sein soll. Ob jedoch in den Eischalen des letzteren ein besonderer, modificirter, der Abart eigenthümlicher Farbstoff vorhanden ist, oder ob die Nuance durch eine Mischung der beiden der Stammeltern hervorgerufen wird, dürfte wohl nicht leicht festzustellen sein.

Hiermit ist nun die Anzahl der vorhandenen bunten Farbstoffe noch keineswegs erschöpft. Namentlich in den sogenannten Grundfarben ist eine überaus reichliche Menge von Farbennuancen vertreten, die durchaus nicht allein auf eine in dem Mischungsverhältniss wechselnde Vermengung der genannten Farbstoffe und deren geringere oder reichere Auftragung zurückzuführen sind, sondern auch noch eine Anzahl von diesen und unter sich mehr oder weniger chemisch-physikalisch verschiedener Substanzen enthalten.

Doch alle Eischalenfarbstoffe können, so lange ich sie nicht in ihrem ursprünglichen Zustande im Eileiter irgend eines Vogels abzufangen im Stande bin, in Betreff der Entstehung der Eifärbung mein Interesse nicht weiter in Anspruch nehmen, als dass sie in Ergänzung der bereits abgefangenen auf die Frage, wie viel Eischalenfarbstoffe giebt es, mir die Antwort ermöglichen, dass die mannigfaltige Färbung der Vogeleier hervorgerufen wird durch eine bis jetzt noch nicht übersehbare Anzahl bunter und weisser Farbstoffe.

VIII.

Was sind die Farbstoffe in physiologischer Beziehung?

In Betreff der physiologischen Beziehungen der Eischalenfarbstoffe zu den Stoffen des Organismus des Vogels bestehen seit Langem zwei verschiedene Ansichten neben einander, nämlich die von Carus und Wicke, von welchen jeder der späteren Autoren so viel für sich verwerthete und event. mit einander vermischte, als ihm zu seinen eigenen Untersuchungsresultaten oder Vermuthungen gut zu passen schien.

Die älteste Ansicht von Carus, dessen Erklärungsversuch der Entstehung der Schalenfärbung im Kapitel VI ausführlich angegeben wurde, hat mit der etwas späteren, von mir bereits mehrfach erwähnten Wicke's zwar das gemein, dass beide als Urquelle der Schalenfarbstoffe den Blutfarbstoff ansehen, unterscheidet sich jedoch wesentlich von dieser dadurch, dass Carus direkt Blutfarben (entsprechend verschiedenen Stufen eines decomponirten Blutes) aus den Uteruswandungen auf das Ei treten lässt, während nach Wicke der Blutfarbstoff erst in der Leber in Gallenfarbstoff umgewandelt wird und dann als Bilirubin und Biliverdin sich mit den Faeces in der Kloake der Eischale auflagert.

Carus vermuthet auch noch einen Unterschied in der Entstehung der Fleckenzeichnungen und der allgemeinen gleichen Färbung, indem er bei der ersteren eine Excretion, ein Ausschwitzen von Blutfarbe aus den zarten Gefässen der Uterusschleimhaut annimmt, dagegen die letztere als eine der Kalksecretion nahe stehende specifische Secretion des Uterus ansieht. Die Excretion vergleicht er mit der Menstruation beim Menschen, und die Secretion erscheint ihm ähnlich einer auffallend an die Färbung der Galle erinnernden grünen Absonderung des trächtigen Uterus beim Hundegeschlecht.

Leuckart macht sich diese Carus'sche Theorie fast ganz zu eigen, und Seidlitz will dieselbe auch nach Wicke's Analysen entschieden beibehalten, da er, ganz abgesehen von den Zweifeln, die er in die Richtigkeit der Wicke'schen Untersuchungresultate setzt, es wohl für möglich hält, dass sich Gallenfarbstoff unter besonderen Umständen auch anderswo aus dem Blute bilden kann, als gerade in der Leber, oder dass er in der Leber gebildet, aber vom Blute wieder aufgenommen und anderen Körpertheilen zugeführt wird.

Kutter kann den Vermuthungen von Carus nicht in allen Punkten zustimmen, indem er zwar die hellblauen und grünen Farben wahrscheinlich in den Uterindrüsen, dagegen die röthlichen mit Bestimmtheit in den Drüsen des oberen Eileiters sich bilden lässt. Beiderlei Farben bestehen aber aus Blut, welches aus den die Drüsen umspinnenden Capillaren in die Drüsenbläschen transsudirt und alsdann von diesen, irgendwie metamorphosirt, ausgeschieden wird.

Auch macht Kutter darauf aufmerksam, dass den Gallenfarben überaus nahe verwandte eisenfreie Spaltungsproducte des Blutfarbstoffes auch anderweitig im Körper, sei es in Drüsenapparaten, sei es durch freie Umwandlung sich bilden. So entsteht aus jenem aner-

kannt alleinigen Quell aller Pigmentirungen des thierischen Organismus das Urobilin in den Nieren, so in alten Blutextravasaten ein in verschiedenen Nuancen vorkommender Farbstoff, das Hämatoidin. welches in seinem Verhalten dem Bilirubin sehr ähnlich, höchstwahrscheinlich sogar mit demselben identisch ist.

Die vielfachen Widersprüche, welche sich scheinbar an die Natur und Herkunft der Eifarben knüpfen, meint Kutter, dürften somit am einfachsten darin ihre Lösung finden, dass die sie bedingenden Pigmente überhaupt nicht praeformirt und von aussen zum Eischlauche gelangen, sondern in diesem selbst gebildet werden.

Von denjenigen Autoren, welche, wie Wicke, an den „Gallenfarben“ und der Faecesfärbung festhalten, müssen wir Liebermann noch nennen, welcher die Wicke'sche Ansicht um etwas modificirt. Obwohl er die allgemeine Zugehörigkeit des die grüne und blaue Farbe der Eier bewirkenden Farbstoffes zu den Gallenfarbstoffen aus seinen Untersuchungsresultaten herleiten zu können glaubt, hält er diesen mit Biliverdin dennoch nicht für factisch identisch. Ueber die physiologische Zugehörigkeit des braunrothen Farbstoffes hat er gar nichts ermitteln können.

Ganz isolirt steht Nathusius mit seiner Ansicht da. Nach ihm haben sich die Eischalenfarbstoffe durch physiologische Processe im wachsenden Organismus der Eizelle entwickelt.

Sorby hält keinen von den Eierfarbstoffen für identisch mit einem Gallenfarbstoffe. Er glaubt, dass dieselben eine Reihe physiologischer Producte des Eileiters repräsentirten, welche mit der Productenreihe der Leber zwar nicht identisch, ihr aber doch ähnlich sei. In ihrer ursprünglichen Abstammung seien beide parallel laufende Farbenreihen wohl auf den Blutfarbstoff zurückzuführen.

Krukenberg endlich, welcher vermuthet, dass von den Farbstoffen der braune und der blaue ganz differenten Quellen entstammen, dass sie gesondert, wahrscheinlich an verschiedenen Plätzen, welche das Ei von der Tuba bis zur Kloake hin passirt, in der Schale fixirt werden, sieht den braunrothen Farbstoff für einen eigenartigen, vom Blutfarbstoffe abstammenden, nur temporär sich ausscheidenden Secretstoff des Oviducts oder der Kloake an. Den blauen Farbstoff hält er für verwandt mit den Gallenfarbstoffen und ist sogar überzeugt, dass die grüngefärbten Lösungen desselben veritables Biliverdin (wahrscheinlich aber als ein erst bei der Entkalkung der Schalen aus einem anderen Farbstoffe entstandenes Zersetzungsproduct) führen, von dem das allerdings sonst sich ganz

gleich verhaltende blaue Pigment durch die Farbe seiner Lösungen aber schon äusserlich zu auffallend unterschieden sei, als dass es mit dem Biliverdin identificirt werden könnte.

Nicht unwesentlich abweichend von allen diesen Autorenmeinungen verhalten sich die Eischalenfarbstoffe in physiologischer Beziehung zu den Stoffen des Organismus des Vogels nach meinen eigenen Untersuchungen folgendermassen.

Die Farbstoffe werden, wie ich vorhin bewiesen habe, einzig und allein am Eierstocke ausgeschieden.

Nach dem Platzen des reifen Eierstocksfollikels und Austreten des Eies geht der sogenannte Calyx, der Follikelkelch, allmählich unter Bildung eines gelben Körpers, Corpus luteum, wieder in das Stroma des Eierstocks zurück.

Dabei spielen sich verschiedene physiologische Vorgänge ab:

1) Zunächst tritt eine beträchtliche Schrumpfung der Wandungen des Kelches ein, welche in ihrem Anfangsstadium, sogleich nach dem Platzen des Follikels, sehr rasch verläuft, indem zur Zeit der völligen Reife die Follikelwandungen aufs Aeusserste ausgedehnt waren, und daher nach dem Platzen durch elastische Wiederzusammenziehung ihre übermässig ausgespannten Gewebe recht schnell bedeutend zurückspringen.

Hierbei muss unbedingt an den Rissrändern des Follikelkelches mechanisch ein Austreten der in den Wandungscapillaren noch enthaltenen Blutmenge resp. deren Umwandlungsproducte stattfinden. Diese Ausscheidung kann nur in die Tuba des Eileiters ergehen, welche den zusammengeklappten Kelch noch fest umspannt hält.

2) Unter gleichzeitiger Vernarbung der Risswunde beginnt alsdann eine üppige Wucherung sowohl des im Kelche zurückgebliebenen Follikelepithels, als namentlich der inneren zellenreichen Lage der bindewebigen Follikelwand. Die neugebildeten Epithelzellen zerfallen in eine körnige, gelbliche Pseudodottermasse; das Gefässnetz der Follikelwand sendet eine Menge Wanderzellen und zahlreiche Gefässsprossen in den Innenraum des leeren Follikels, infolgedessen hier ein gefäss- und zellenreiches junges Bindegewebe entsteht, welches den sogenannten gelben Körper, das Corpus luteum, darstellt.

3) Auf diesen Neubildungsprocess folgt ein Stadium der Rückbildung. Unter Verödung der Gefässe und Resorption der Zerfallproducte schrumpft die bindegewebige Ausfüllungsmasse des Follikels

narbenähnlich mehr und mehr zusammen und geht als Corpus albicans allmählich in das Ovarialstroma über.

Von diesen drei physiologischen Processen kann für uns einzig und allein der erste in Betracht kommen, da der ausgeschiedene Farbstoff das Ei noch im Uterus erreichen muss, welches daselbst höchstens 24 Stunden verweilt. Nehmen wir nun auch an, dass der Farbstoff zu seinem Hinabsteigen durch den oberen Eileiter zum Uterus nicht mehr Zeit verwendet wie das Ei, so muss in spätestens 24 Stunden nach dem Platzen des Follikels auch der letzte Farbstoff, welcher die alleroberflächlichste Färbung des bereits vollständig ausgebildeten Eies bewirken soll, vom Follikelkelche ausgeschieden sein. Aus dieser kurzen Frist erhellt sofort, dass die übrigen Vorgänge am Follikel von keinem Einflusse auf die Eifärbung sein können, da ihre Abwickelung einer späteren Zeit angehört.

Die bei diesem ersten Zusammenschrumpfen des Follikelkelches aus den Wandungscapillaren zum Austritt kommende Blutmenge ist nun die Quelle für sämmtliche bunte und weisse Eischalenfarbstoffe.

Dabei betheiligt sich nicht bloss der Blutfarbstoff, das Hämoglobin, an der Erzeugung der Farbstoffe, sondern mehr oder weniger sämmtliche feste und flüssige Bestandtheile des Blutes. Nur auf diese Weise kann eine solche Mannigfaltigkeit in den bunten und weissen Eierfarben bewirkt werden. Das Blut verfällt eben vollständig der regressiven Metamorphose; es geht unter Zerfall seiner festen histologischen Elemente vollständig in Zersetzung über.

Dass hierbei für die Erzeugung der bunten Farbstoffe das Hämatin, der farbige Bestandtheil des Hämoglobins, die grösste Rolle spielt, ist zweifellos. Es muss dasselbe aber unter Umständen auch weisse Umwandlungsproducte erzeugen. Ich kann nicht annehmen, dass sämmtliche in den rein weissen Eiern vorhandene weisse Farbstoffe von den weissen Blutbestandtheilen allein abstammen. Denn wo sollte das Hämatin der rothen Blutkörperchen geblieben sein? Dass in diesen Fällen überhaupt keine Ausscheidung vom Follikelkelche in die Tuba stattgefunden hat, kann unmöglich angenommen werden. Woher kämen sonst die im oberen Eileiter vorhandenen weissen Farbstoffe? Ebensowenig kann das Hämoglobin resp. das Hämatin allein am Follikel zurückgehalten, also etwa schon vor dem Platzen vom Eierstocke aus den Follikelwandungen

resorbirt sein, denn dann würde es den anderen Blutbestandtheilen doch wohl ebenso ergangen sein.

Als etwas Absonderliches kann auch eine solche Umwandlung des Hämatins in weisse Substanzen durchaus nicht betrachtet werden, da solche Veränderungen künstlich hervorgerufen werden können. So entsteht aus dem gelbrothen Harnfarbstoffe, dem Urobilin, welches zweifellos ein Reductionsproduct des rothen Hämatins ist, durch weitere Reduction mit Natriumamalgam ein weissen Chromogen.

Und sollte denn nicht auch der rothe Farbstoff, welcher durch progressive Metamorphose bei der Bildung der rothen Blutkörperchen einzig und allein aus weissen Stoffen entstanden ist, durch regressive Metamorphose wiederum in weisse verwandelt werden können? —

Zur Erzeugung bunter Eischalenfarbstoffe werden aber ausser dem Hämoglobin auch etwa vorhandene gefärbte Bestandtheile des Blutplasmas sicherlich mitwirken, und es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass auch weisse Blutbestandtheile daran betheiligt sind. Denn dass selbst die grellsten bunten Farbentöne aus weissen Körpersäften hervorgehen können, beweist zur Genüge das weisse Indican des Harnes, welches sehr leicht durch Oxydation in das prachtvoll gefärbte Indigoblau übergeht. Wenn ferner durch uns bis jetzt noch gänzlich unbekannte physiologische Vorgänge zur Bildung des Hämoglobins ein bunter Farbstoff aus weissen Stoffen hervorgeht, so können letztere am Eierstocke sehr wohl eine ähnliche Rolle spielen. —

Unter den weissen Eischalenfarbstoffen entspricht ein Theil bei der Färbung der Eier den bunten Farbstoffen, ein Theil ist mehr oder weniger in allen Eierschalen vorhanden. Aus diesem Grunde möchte ich auch bei der Entstehung der ersteren aus dem Blute die farbigen Bestandtheile desselben nicht unbetheiligt wissen, während die letzteren wohl lediglich auf die darin enthaltenen weissen Stoffe zurückzuführen wären.

Von den in jeder Eischale befindlichen weissen Körperchen mögen einige auch vielleicht gar keine Zersetzungsproducte von Blutbestandtheilen sein, sondern ihre ihnen schon vorher im Blute in flüssigem Zustande eigene chemische Zusammensetzung auch nachher beibehalten haben, indem sie nur in eine feste Form übergegangen sind. —

Wie es sich nun im Einzelnen mit allen diesen Umwandlungsproducten verhält, diese schwierige physiologische Frage zu beantworten, muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben; doch

dürfte es wohl schwerlich so bald gelingen, das dazu erforderliche Material zusammenzubringen.

Wie ich in den vorigen Kapiteln angegeben habe, werden die Farbstoffe im Eileiter nicht in flüssigem Zustande vorgefunden, sondern in einer der drei möglichen festen physikalischen Formen, in amorphen Partikelchen, in sphaeroidalen Gebilden oder in Krystallen.

In diesem Zustande sind dieselben nun keinesfalls schon im unversehrten Blute der Follikelwandungen vorhanden, da sie sich ja erst aus den Blutbestandtheilen durch Zerfall und Zersetzung bilden. Es tritt uns daher die Frage entgegen, wo die Farbstoffe in ihre endgültige physikalische Form übergeführt werden.

Im Eileiter geschieht es mit Bestimmtheit nicht. Denn auch die dem Follikel am allernächsten, an den äussersten Rändern der Tuba vorgefundenen Farbstoffe waren von derselben physikalischen Beschaffenheit wie die am Uterus.

Aber auch in den Wandungen der Follikelkelche war es mir nicht möglich, feste Formen zu finden, weshalb ich nur annehmen kann, dass der Uebergang in die feste Form dann stattfindet, wenn die Blutbestandtheile das lebende Gewebe des Follikels verlassen.

Nun gerade in diesem Ubergangsstadium die Farbstoffe an den Rissrändern des Kelches abzufangen, dürfte wohl niemals gelingen, da zu dieser Zeit die Tuba den Kelch noch fest umklammert hält, und selbst die geringste Bewegung beim Herausnehmen des Eileiters und Eierstockes aus dem Körper, ja sogar schon das natürliche Collabiren der in der Bauchhöhle liegenden Organe nach dem Tode genügt, um etwaige an den Rissrändern des Kelches haftende Farbstoffpartikelchen in die Tuba abzustreifen.

Dass zur Umwandlung der Blutbestandtheile in Eischalenfarbstoffe in den Wandungen des Follikels ein Vorbereitungsstadium vorausgeht, ist zweifellos; wahrscheinlich schon vor dem Platzen des Follikels. Denn hierauf deutet der Umstand hin, dass Veränderungen in den Gewebselementen der Follikelwandungen regelmässige Begleiter des letzten Reifungsstadiums des Eies sind, wie z. B. die Bildung des sogenannten Stigmas, jener kleinen, länglichen, stets dem angewachsenen Theile des Follikels gegenüberliegenden, zuletzt äusserst verdünnten und fast ganz gefässlosen Stelle, wo

infolge Vorwärtsdrängens des reifen Eies die Follikelwand zuerst einreisst.

Frage ich nun, was ist also die Färbung der Vogeleier physiologisch betrachtet, so lautet die Antwort: Sie ist kein physiologischer Process des Eileiters, sondern des Eierstockes und zwar in der Reihe der sich dort abspielenden Vorgänge der unmittelbare Vorläufer der Bildung des Corpus luteum. Die Farbstoffe bilden sich als Stoffe der regressiven Metamorphose einzig und allein aus derjenigen Blutmenge, welche durch mechanisches Einschrumpfen des geplatzten Follikels aus den Wandungscapillaren an den Rissrändern in die Tuba des Eileiters ausgepresst wird.

Ein Analogon dieser Färbung, ebenfalls ein Austreten einer kleinen Blutmenge aus den Rissrändern der Follikelwandungen nach dem Platzen des Follikels, findet auch bei den Säugethieren statt. Fast allgemein wurde nun bisher und wird auch jetzt noch angenommen, dass dieser Bluterguss in den Innenraum des Follikelkelches hinein erfolgt und dort die Quelle für die später im Corpus luteum sich vorfindenden Hämatoidinkrystalle bildet. Dieser Annahme kann ich mich jedoch durchaus nicht anschliessen, sondern bin entschieden der Ansicht, dass der Bluterguss aus den Rissrändern der Follikelwandungen niemals in den Kelch hinein stattfindet, sondern stets nach aussen in die Tuba. Zur Begründung meiner Meinung führe ich folgendes an:

Es ist zunächst viel wahrscheinlicher, dass die an den Rissrändern austretende Blutmenge denselben Weg nach vorwärts wie das zwischen den Rissrändern ausgetretene Ei nimmt, als dass sie rückwärts in den Innenraum des Kelches fällt, zumal die Tuba dem Ovarium noch einige Zeit hindurch fest angeschmiegt bleibt und so vermöge ihres nach dem Uterus hin wimpernden Epithels die an den hervorragenden Rissrändern des Kelches austretenden Blutbestandtheile, gerade wie beim Vogel, gewissermassen aufsaugt.

Fernerhin scheint es mir sehr bedenklich, anzunehmen, wie es von verschiedenen Autoren geschieht, dass ein Bluterguss nicht immer stattfindet, was sie daraus schliessen zu müssen glauben, dass sie wiederholt keine Hämatoidinkrystalle im Kelche vorfanden. Meines Erachtens treten bei so gleichmässig verlaufenden physiologischen Vorgängen, wie die Ovulation, auch jedesmal dieselben Begleiterscheinungen auf, so dass ich nothwendig zu der Ueberzeugung gebracht werden muss, dass, wenn überhaupt ein Bluterguss in den

Innenraum des Kelches hinein stattfindet, dies jedesmal der Fall ist. Wenn daher von den Autoren in vielen Fällen auf ein Ausbleiben eines Blutergusses in den Kelch mit Bestimmtheit geschlossen werden muss, so findet ein solcher nach meiner Schlussfolgerung überhaupt nicht statt.

Die nicht in jedem Falle vorgefundenen Hämatoidinkrystalle sind dann eben auf eine andere Quelle zurückzuführen. Warum sollen denn nicht ebensogut die zur Bildung des Corpus luteum in den Innenraum des Kelches hineinwuchernden Wandungscapillaren bei ihrer späteren Verödung das Hämatoidin erzeugen können? Es ist dann das Auffinden resp. Nichtauffinden des Hämatoidins im Innern des Kelches darauf zurückzuführen, dass im ersteren Falle die Follikel zu einer späteren Zeit, im letzteren dagegen in einem früheren Stadium untersucht wurden, wo noch kein Rückbildungsprocess im Kelche stattfand.

Mir stehen in dieser Beziehung für Säugethierovarien keine ausreichende eigene Befunde zur Verfügung, und will ich mich daher hier zur Rechtfertigung meiner gezogenen Schlussfolgerungen auf Waldeyer stützen, der bei seinen eingehenden Untersuchungen an den verschiedensten Säugethierovarien einerseits oft vergeblich nach Hämatoidinkrystallen gesucht hat und anderseits auch das von ihm mitunter vorgefundene Hämatoidin nicht mit Sicherheit auf einen Bluterguss aus den Rissrändern des Kelches zurückführen kann.

Wahrscheinlich wird nun wohl beim Säugethiere die Menge des in den Eileiter ergossenen Blutes resp. seiner Umwandlungsproducte nicht von gleicher Höhe sein wie beim Vogel, wo der Grösse des Eies entsprechend eine ganz bedeutende Risswunde in der Follikelwand erforderlich ist, während beim Säugethiere, wo das Ei den Innenraum des Follikels nicht ausfüllt, nur Platz zum Austritt des viel kleineren Discus proligerus geschaffen werden braucht. Auch liegen in Betreff der Analogie mit dem Vogelei die Verhältnisse beim Säugethiere insofern anders wie beim Vogel, als das Ei auf seiner Wanderung in den eileitenden Organen keine secundäre Eihüllen erhält.

Verliesse aber der ganze Follikelinhalt beim Säugethiere, wie beim Vogel mit einer Membran umgeben, als ein Ganzes den Kelch, und kämen im Eileiter weitere Umhüllungen mit fester Schalenbildung dazu, so zweifle ich keinen Augenblick daran, dass alsdann auch die Säugethiereier den Vogeleiern entsprechend eine Färbung besässen.

Was endlich den so vielfach von den Autoren erwähnten Zu ammenhang der Eischalenfarbstoffe mit den Gallenfarbstoffen anbeangt, so ist dieser insofern vorhanden, als beide durch Zerfall und ersetzung entstandene Umwandlungsproducte von Blutbestandtheilen ind.

Im Uebrigen lassen mich meine bisherigen Untersuchungen den Schluss ziehen, dass (vielleicht abgesehen von den in jeder Eischale efindlichen weissen Körperchen) die Eischalenfarbstoffe, sowohl die unten, als auch die ihnen entsprechenden weissen, eigenartige, nit sonstigen Ausscheidungsproducten des Organismus des Vogels nicht identische Stoffe sind, wobei ich es jedoch nicht für unmöglich halte, dass sie sich künstlich aus solchen werden herstellen lassen.

IX.

Warum legen verschiedenartige Vögel verschiedenfarbige Eier?

Bekanntlich legen Vögel, die verschiedenen Gattungen oder Arten angehören, verschieden gefärbte Eier; auch findet ein Variiren häufig bei ein und derselben Art statt.

Hierin lässt sich bis jetzt noch keine Gesetzmässigkeit erkennen, indem bei ganz naher Verwandtschaft mitunter ein sehr grosser Unterschied in der Färbung vorhanden ist. So sind z. B. die Eier der Uferschwalbe rein weiss, dagegen die der Rauchschwalbe mit dunklen braunrothen Punkten besäet. Das Hausrothschwänzchen legt weisse Eier, das Gartenrothschwänzchen blaue.

Verschiedenheiten bei ein und derselben Art kommen namentlich bei Raubvögeln vor, wo sich auf den einen Gelegen braune Flecken vorfinden, auf den anderen nicht. Bei den verschiedenen Spielarten unseres Haushuhns findet man weisse und braune Eier und ebenso bei der Hausente weisse und grüne, mitunter auch bräunliche, ja sogar schwarze. Noch auffälliger ist dieses Variiren beim rothrückigen Würger (Lanius collurio), indem sich hier die grüne und rothe Färbung gegenseitig vertreten. Seine Eier haben eben so oft einen röthlichen als grünlichen Farbenton.

Die allergrösste Veränderlichkeit finden wir aber beim südeuropäischen Cistensänger (Cisticola schoenicola). Die Eier der einen Gelege sind einfarbig lichtblau; andere besitzen auf röthlichweissem

Grunde zahlreiche zart rostfarbene Flecken und Punkte, noch andere auf bläulichgrünem Grunde überall oder spärlich grössere oder kleinere braune oder ziegelrothe, schwarzbraune und schwarze Flecken oder Punkte. Auch giebt es solche mit grünlichweissem Grunde und schmutzigfleischfarbenen und braunrothen theilweise verwaschenen Flecken; und endlich fand man sogar Eier mit reinweissem Grunde und hellrothen Flecken. —

Woher kommen nun alle diese Verschiedenheiten? Warum werden bei verschiedenen Vögeln von ihrem Organismus verschiedene Farbstoffe ausgeschieden?

Meine Antwort lautet: Die alleinige Quelle aller Eierfarben ist das Blut. Wenn nun bei verschiedenen Vögeln an derselben Stelle im Organismus, unter denselben physiologischen Verhältnissen verschiedene Ausscheidungen aus dem Blute stattfinden, so muss unbedingt angenommen werden, dass die Zusammensetzung des Blutes entweder in Bezug auf Anzahl und Mischungsverhältniss seiner Bestandtheile oder auf chemisch-physikalische Beschaffenheit derselben auch eine verschiedene ist.

Diese letztere Verschiedenheit kann dann aber eine so geringe sein, dass sie durch chemischanalytische und spectralanalytische Untersuchungen des Blutes nicht nachweisbar ist. Jedoch zur Entstehung verschiedenfarbiger Umwandlungsprodukte der Blutbestandtheile im Organismus des Vogels wird sie völlig ausreichen. Denn gerade zur Erzeugung eines Unterschiedes im Farbentone kann die allergeringste Abweichung in der atomistischen Zusammensetzung oder molekularen Lagerung eines Stoffes genügen.

Sehr weit brauchen wir nun nicht zu suchen, um derartige Unterchiede in dem Vorkommen oder in der chemisch-physikalischen Beschaffenheit bestimmter Stoffe im Thierblute auch thatsächlich anzutreffen.

So finden wir einerseits bei einigen Arten Stoffe, welche bei anderen nicht vorkommen, wie z. B. das Blutplasma beim Pferde einen citronengelben Farbstoff enthält, während es bei den meisten Säugethieren (als Kaninchen, Rind, Katze, Hund) farblos ist.

Anderseits krystallisirt ein und derselbe Blutbestandtheil, der rothe Blutfarbstoff, das Hämoglobin, bei den meisten Säugethieren in rhombischen Tafeln oder Prismen, beim Meerschweinchen jedoch in rhombischen Tetraedern und beim Eichhörnchen sogar in einem ganz anderen Systeme, in hexagonalen Tafeln, aus welchen Unterschieden in der Krystallform wohl mit Bestimmtheit auch auf eine

geringe chemische Abweichung in der Zusammensetzung des Hämoglobins geschlossen werden kann.

Und sollte es etwa bei den Vögeln anders sein? Wenn solche Unterschiede bei dieser Thierklasse noch nicht nachgewiesen sind, so darf uns das nicht wundern. Denn in Bezug auf die chemisch-physikalischen Eigenschaften der festen und flüssigen Bestandtheile des Thier- und Menschenblutes und namentlich ihrer natürlichen und künstlichen Umwandlungsprodukte lassen unsere heutigen Kenntnisse noch ungeheuer viel zu erforschen übrig.

X.

Wie findet die Färbung der Eischale statt?

Die Farbstoffe, etwas später als das Ei vom Eierstocksfollikel in die Tuba ausgestossen, folgen dem Ei auf seiner Wanderung durch den Eileiter, bis sie dasselbe im Uterus einholen, wo es der Kalkschalenbildung halber längere Zeit verweilt.

So wie nun die Farbstoffe sich bereits im oberen Eileiter sämmtlich in einem der drei möglichen physikalischen festen Formen, in amorphen Partikelchen, in sphaeroidalen Gebilden oder in Krystallen befinden, so erreichen sie auch nur in diesem Zustande das Ei.

Auf ihrer Wanderung durch den Eileiter findet allerdings sehr häufig ein mehr oder weniger starkes Zusammenballen und Anhäufen ihrer einzelnen Theilchen statt. So erscheinen z. B. die kleinen amorphen Partikelchen des braunrothen Farbstoffes beim Thurmfalken im obersten Theile der Tuba nur als gleichmässig vertheilter feiner Ueberzug der Schleimhautwände; bei ihrem Eintreffen am Uterus haben sie sich dagegen zu Klümpchen zusammengeballt, von denen einige eine Grösse von 1 Mm. erreichen. So lagern sie sich dann auch auf die Eischale, woher es kommt, dass sich bei einem noch nicht ganz fertigen Thurmfalkenei auf weissem Grunde vereinzelte rothbraune Fleckchen von sehr wechselnder Grösse vorfinden. Bei der Nachtschwalbe haben sich die kleinen Klümpchen auch noch zu Reihen und verschlungenen Strichfiguren angeordnet. —

Ueber die Art und Weise der Vereinigung der Farbstoffe mit der Kalkschale ist man verschiedener Meinung. Durch die festgestellte Thatsache, dass die Farbstoffe nicht in flüssigem Zu-

stande mit dem Ei in Berührung kommen, widerlege ich die Ansichten aller Derjenigen, welche die Farbstoffe entweder mit dem Kalke oder mit der organischen Substanz der Kalkschale eine chemische Verbindung eingehen lassen. Um trotz der festen Form der Farbstoffe eine chemische Verbindung zu erzeugen, müssten die Theilchen bei ihrer Auflagerung aufgelöst werden; und dies ist nicht der Fall. Sämmtliche Farbstoffe besitzen noch in der fertigen Eischale ihre ursprüngliche eigenthümliche Gestalt, welche nur durch künstliche Eingriffe, durch Reagentien, zerstört werden kann.

Die Theilchen sind also nur eingeschlossen von dem Bildungsmaterial der Eischale oder ihm anhaftend. Eingeschlossen sind sie in den Schichten der eigentlichen Kalkschale, und anhaftend am Oberhäutchen findet man sie bei Eiern, deren Oberhäutchen an der Oberfläche nur sehr wenig oder gar nicht verkalkt ist.

Im Allgemeinen befinden sich die Farbstoffe nicht in den alleruntersten Schichten der Kalkschale, sondern mehr in den mittleren und oberen, und zwar die Grundfarbe meistens in den mittleren, die Fleckenfarbe in den oberen Schichten; doch hat nicht selten die Grundfarbe auch die oberen Lagen gefärbt, und sind die Flecken bis in die mittleren hineingedrungen. Die Vertheilung in den verschiedenen Schichten der Eischale richtet sich lediglich danach, ob die Farbstoffe früher oder später am Eierstocke ausgeschieden wurden und so das in der Kalkschalenbildung begriffene Ei früher oder später erreichten, sich also in tieferen oder höheren Lagen den Kalkalbuminaten beimischen konnten. —

Mehrfache Umstände wirken nun zusammen, um die verschiedensten Farbentöne hervorzurufen. Die Eierfarben bestehen meistens aus einem Gemisch verschiedener Farbstoffe. Ganz abgesehen davon, dass eine grössere Menge Farbe natürlich auch einen dunkleren Ton erzeugt, ist das relative Verhältniss der verschiedenen eine Eifarbe zusammensetzenden Farbstoffe auf den Farbenton derselben von grösstem Einflusse.

Liegen Flecken auf einer Grundfarbe von demselben Tone, so werden sie besonders dunkel erscheinen; sind die Flecken von einer anderen Farbe, so werden sie durch die darunter liegende Grundfarbe eine durch die Verbindung beider Farbentöne hervorgebrachte Nuancirung zeigen. Dies ist auch der Fall, wenn eine Grundfarbe von einer Fleckenfarbe gleichmässig überzogen wird, wie das olivenfarbige Ei der Nachtigall deutlich veranschaulicht.

Durch eine zu Grunde liegende weisse Farbe (sei es die der

Kalkalbuminate allein oder in Verbindung mit weissen Farbstoffen) werden bunte Auftragungen bedeutend heller erscheinen, und umgekehrt durch weisse Auftragungen bunte Grundfarben verblassen.

Flecken von verschiedener Farbe können schon eine grosse Buntheit bewirken; doch wird die grösste Mannigfaltigkeit erzeugt durch die Einlagerung der Flecken in verschiedene Schichten der Kalkschale, wobei alsdann durch mehr oder weniger dicke Ueberlagerung wiederum durch Flecken oder durch die weissen Kalkalbuminate und noch dazu durch Verbindung mit irgend einer Grundfarbe alle möglichen Farbenzeichnungen und Schattirungen auftreten können. —

Endlich dürfte auch noch die Frage zu erörtern sein, warum die Farbstoffe in der Eischale theils gleichmässig vertheilt, theils in Flecken auftreten. Hierüber lässt sich folgendes angeben:

Hat sich ein Farbstoff (oder ein Gemisch von solchen) auf seiner Wanderung durch den Eileiter in Klümpchen zusammengeballt oder zu Figuren angehäuft, so giebt es Flecken und zwar, wenn er in geringer Menge vom Follikelkelche ausgeschieden ist, spärlich vertheilte. Ist er reichlich vorhanden, so lagert er sich dicht auf, jedoch immer so, dass die Flecken noch unterscheidbar sind.

Ist dagegen der Farbstoff noch in kleinen und vertheilten Partikelchen am Uterus angelangt, so wird er, wenn in genügender Menge vorhanden, stets eine gleichmässig vertheilte Färbung hervorrufen. Wenn er allerdings äusserst spärlich eingetroffen ist, so wird er sich nur in Flecken auflagern können; doch werden diese nie so intensiv erscheinen wie bei zusammengeballtem Farbstoff.

Ob ein mehr oder minder starkes Zusammenballen oder Anhäufen stattfindet, hängt einigermassen von der Grösse und Gestalt der einzelnen den Eileiter hinunterwandernden kleinsten Farbstoffpartikelchen ab. Alsdann ist die Menge der im Eileiterrohre befindlichen Feuchtigkeit und namentlich ihr relativer Gehalt an Colloidsubstanz darauf von grösstem Einflusse. Und sollten auch noch andere Gründe vorhanden sein, so können diese ebenfalls nur mechanischer Natur sein.

Die Art dieses Zusammenballens und Anhäufens der Farbstofftheilchen unter sich und mit der Colloidsubstanz ist dann die Grundlage für die im Uterus sich ausbildende verschiedenartige Fleckenzeichnung. So wie die Theilchen sich im Eileiter zu Klümpchen, Reihen oder verschiedengestalteten Figuren mechanisch zusammengeordnet haben, so können sie auch nur in diesen Formen

sich der Eischale beifügen, wo sie namentlich bei starker Fleckung durch weitere Aneinanderreihung, Aufhäufung und Ueberlagerung oft die merkwürdigsten Figurenzeichnungen hervorrufen, welche aber stets noch die von ihnen im mittleren Eileiter eingenommene Anhäufungsart deutlich erkennen lassen.

Fasse ich jetzt die Hauptpunkte meiner Abhandlung zusammen, so lauten sie also:

1) Es beruht die Färbung der Vogeleier lediglich auf der mechanischen Beimischung der am Eierstocke etwas später als das Ei ausgeschiedenen festen Farbstofftheilchen zu dem im Uterus sich absondernden Bildungsmaterial der Eischale.

2) Die mannigfaltigen Farben werden hervorgerufen durch eine Anzahl bunter und weisser Farbstoffe.

3) Eier ohne Farbstoffe giebt es nicht; die scheinbar ungefärbten enthalten nur weisse Farbstoffe.

4) Sämmtliche Farbstoffe werden an den Rissrändern des vom Ei bereits verlassenen Follikelkelches als Zerfall- und Zersetzungsprodukte fester und flüssiger Blutbestandtheile in mikroskopisch kleinen amorphen Partikelchen, sphaeroidalen Gebilden oder Krystallen in die Tuba des Eileiters hinein ausgeschieden.

5) Die Farbe, Form und relative Anzahl dieser kleinsten Farbstofftheilchen sind abhängig von der Beschaffenheit des Blutes des betreffenden Vogels.

6) Die Einlagerung der Farbstoffe in die verschiedenen Schalenschichten richtet sich nach ihrer früheren oder späteren Ausscheidung am Eierstocke bezw. Ankunft im Uterus.

7) Je nachdem die Farbstoffe fein vertheilt oder zusammengeballt bezw. angehäuft im Uterus eintreffen, entsteht eine gleichmässige oder fleckige Färbung des Eies.

8) Die Art der mechanischen Zusammenballung und Anhäufung der den Eileiter hinunterwandernden kleinsten Farbstofftheilchen unter sich und mit der dort befindlichen Colloidsubstanz ist massgebend für die im Uterus sich ausbildende verschiedenartige Fleckenzeichnung.

XI.

Literatur.

Wicke, Wilh., Ueber das Pigment in den Eischalen der Vögel. Naumannia, 1858.

Sorby, H. C., On the Colouring-matters of the Shells of Birds' Eggs. Proceedings of the Zoolog. Soc. of London, 1875.

Liebermann, C., Ueber die Färbungen der Vogeleierschalen. Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. zu Berlin, 1878.

Krukenberg, C. Fr. W., Die Farbstoffe der Vogeleierschalen. Würzburg, 1883.

Carus, C. G., Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie. Herausgegeben mit A. W. Otto und E. D'Alton. 1826—55. Heft III.

Leuckart, R., Art. Zeugung. R. Wagner's Handwörterbuch d. Physiologie. Bd. IV. 1854.

Landois, H., Die Eierschalen der Vögel in histologischer und genetischer Beziehung. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Bd. XV. 1865.

Blasius, R., Ueber d. Bildung, Struktur u. systematische Bedeutung der Eischale der Vögel. Z. f. w. Z. Bd. XVII. 1867.

Nathusius, W. v., Ueber d. Hüllen, welche den Dotter des Vogeleies umgeben. Z. f. w. Z. Bd. XVIII. 1868.

Seidlitz, G., Die Bildungsgesetze der Vogeleier in histologischer und genetischer Beziehung. Leipzig, 1869.

Kutter, Betrachtungen über Systematik und Oologie vom Standpunkte der Selectionstheorie. Schluss. Journal für Ornithologie, 1878.

Nathusius, W. v., Betrachtungen über die Selectionstheorie vom Standpunkt der Oologie aus. Journal f. Ornithologie, 1879.

Kutter, Bemerkungen über einige oologische Streitfragen. Journal f. Ornithologie, 1880.

Waldeyer, W., Eierstock und Ei. Leipzig, 1870.

— — — Eierstock und Nebeneierstock. Stricker's Gewebelehre. Bd. I. Leipzig, 1871.

Zum Schlusse muss ich aus ganz besonderen Gründen hi ausdrücklich erklären, dass meine sämmtlichen mikroskopisch-ana mischen und physiologischen Untersuchungen in meinem eigen Arbeitszimmer mit meinen eigenen Hülfsmitteln stattfanden und sta finden und in keiner Beziehung zu irgend Jemand oder irgend eine Institute stehen.



Vita.

Ich, Heinrich Wickmann, wurde geboren zu Münster am 19. November 1855. Nach Absolvirung des dortigen Gymnasiums, im Herbst 1874, studierte ich zuerst 2 Semester Jura auf den Universitäten Tübingen und Freiburg i./B. und darauf 3 Semester in Münster und ebensoviel in Bonn beschreibende Naturwissenschaft und Chemie.

Nach einem in Bonn im December 1879 bestandenem Examen pro facultate docendi hielt ich am Gymnasium zu Münster das Probejahr und genügte darauf als einjährig-freiwilliger Infanterist meiner Militärpflicht.

Infolge einer gefassten Abneigung gegen die Gymnasiallaufbahn trat ich jedoch nach Ablauf des Militärjahres nicht wieder in das Lehrercollegium zurück, sondern warf mich privatim auf das Specialstudium der mikroskopischen Anatomie. Hier traten mir dann leider bedeutend grössere Hindernisse entgegen, als ich je geahnt hatte, da ich der in dieser Beziehung durchaus unzulänglichen Verhältnisse an der Münster'schen Academie wegen vollständig auf mich selbst angewiesen war. Erhöht wurden dieselben noch dadurch, dass ich auf das überaus schwierige Gebiet der Eibildung gerathen war.

Diesen Schwierigkeiten ist es denn auch zuzuschreiben, dass ich mit der Veröffentlichung meines umfangreichen bereits bearbeiteten Materials erst jetzt den Anfang mache.

—


U. C. BERKELEY LIBRARIES
C052269420



